مفهوم النموذج

بين

المنطق وفلسفة العلم

Concept of model

Btween

Logic and Philosophy of Science

[النماذج هي التعبير المنظم عن العناصر الضرورية لأي مشكلة بمصطلحات وحدود فيزيائية أو رياضية] ج . ي . جيفرز ١٩٧٩ .

[يعد مصطلح النموذج من المصطلحات القليلة التي استخدمت على نحو مختلف في المناقشات العامة والعلمية] نيلسون جودمان .

إعداد الدكتورة

عبير عبدالغفار حامد

مفهوم النموذج بين المنطق وفلسفة العلم

Concept of model between logic and philosophy of science

إعداد

الدكتورة: عبير عبد الغفار حامد

"النماذج هى التعبير المنظم عن العناصر الضرورية لأي مشكلة بمصطلحات وحدود فيزيائية أو رياضية "ج .ى.جيفرز ١٩٧٩.

"يعد مصطلح النموذج من المصطلحات القليلة التي استخدمت على نحو مختلف فى المناقشات العامة والعلمية "تيلسون جودمان .

بسم الله الرحمن الرحيم

وقل ربي زدني علما

صدق الله العظيم

تمهيد:-

الإنسان حيوان ذو قدرة على عمل النماذج ،ومن وظائف الجهاز العصبى فى الحيوان عمل النماذج ،فهو يساعده استقبال المنبهات الوافدة وتوقع الحوادث المستقبلة،وبهذه الوسيلة يوجه هذا الجهاز الكائنات العضوية.ولكن عمل النماذج وصل إلى أعلى مستوى له عند الإنسان . وذلك لأن قدرة الإنسان الخارقة على التنبؤ بالمستقبل يعطيه ميزة على أقرانه الذين يفوقونه فى القوة الجسمية.واللعب تمرين من تمارين عمل النماذج ، فاللعب عند الطفل نماذج مادية للأشياء الحقيقة التى يستعملها الكبار.والأمر المهم فى عرائس البنات والعربات المصنوعة من علب الكبريت عند الأولاد ليس هو ألوانها الحقيقية – فهكذا يعتقد صانعوا اللعب –ولكن المهم هو أنها تؤدى وظيفة الأشياء الحقيقية. هذا والعلم يتوسع فى استخدام النماذج ،ولا يمكننا أن نحكى تاريخ العلم دون ذكر الكرة السماوية،والأجسام الصلبة،والجوهر الفرد الذى لا ينقسم، وخطوط القوة المرنة،والأثير المتذبذب، والنظام الكوكبى الذرى ، واللولب المزدوج ، وازدواج الموجات الكريه،والوعى العالمى والوعى الذاتى هما من التطورات ذات الأثر الفعال ومن مظاهر هذا الوعى محاكات الأشياء الحقيقية بعمل نماذج شبيهة بها والاستفادة فى ذلك بنظرية القياس المستمدة من ميكانيكا الكم . يقول "بييرأجران" فى أحد المؤتمرات الدولية الحديثة لتعليم الفيزياء :-

"أن هدف العالم الفيزيائى هو التوصل إلى تنبؤات كمية عن سلوك النماذج البسيطة ،إذ يجب أن تقوم النماذج على أساس واقعى ،بحيث تعكس الأشياء الحقيقية . ويجب أن يكون النموذج فى الوقت نفسه بسيطا جداً بحيث يمكن فهمه من الناحية الكمية"(١).

وإذا كان النموذج مطابقا للحقيقة ،تحققت تنبؤاته إلى حد بعيد ولما كان من السهل الخطأ فى عمل النموذج ،فإن هذا يؤدى غالبا إلى اعتناق أفكار خاطئة ،فالقول بأن الأرض مركز الكون وأن الأثير ينقل الضوء،ويلاحظ أن الكون – حتى الذرة الواحدة منه – يملك "بالقوة" قدراً لا حد له من الحرية.ولكننا نجد – من ناحية أخرى – أن عدد الخلايا العصبية فى المخ البشرى محدود،وبهذاالمخ المحدود وبالحاسبات الالكترونية التى هى أيضا محدودة لا

(١) جورج ماركس وأيثرتون،النماذج فى تدريس العلوم ،ترجمة أمين محمود الشريف، مجلة العلم والمجتمع ،العدد" ٤٦" السنة"١٢" ، القاهرة ،مطبوعات اليونسكو، مارس ١٩٨٢،ص ٣٧-٣٨.

يستطيع الإنسان أن يبحث إلا فى دائرة عدد محدود من المتغيرات.ولذلك لا يستطيع الإنسان حتى يتسنى له التنبؤات أن يستخدم الكون الذى لانهاية له، بل يتحتم عليه أن يلجأ إلى عمل نماذج لذلك الكون يمكن أن يدركها مخه،كما يمكن استخدامها فى الحاسب الالكتروني،وتختلف النماذج وتتطور وتتضاعف فى حدود هذا العدد المحدود من المتغيرات،وبتعديل ما نختاره من هذا العدد تتحسن قدرتنا على فهم الكون،وتوقع الحوادث وتعديل البيئة التى نعيش فيها(١).

بدأ مصطلح النموذج Model يشكل محوراً أساسيا فى الأبحاث المعرفية المعاصرة"الأدب، الاجتماع،الاقتصاد،السياسة،البيولوجيا،الفلسفة،المنطق،الابستمولوجيا،والعلم الطبيعى..الخ". ربما بدأت المناقشات الفلسفية المعاصرة للنماذج كرد على فكرة تحسيب النظريات التى قدمتها التجريبية المنطقية.فالنظريات من وجهه نظرها انساق بديهيه معطاة فى لغة صورية، وتصور البديهيات قوانين الطبيعة الصادقة فى كل مجال،ولا تشير هذه البديهيات إلى أى موضوعات جزئية،وتكون صادقة بالضرورة.ونستنبط من هذه البديهيات بالإضافة إلى المقدمات الجزئية،المبرهناتTheorems التى تكون وصفا لبعض الحوادث الجزئية أو للقانون الأقل عمومية،فالنظريات المؤلفة من لغة صورية،مجموعة من البديهيات ومجموعة من قواعد التطابق.فتبعا لبعض الفلاسفة مثل ريتشارد برايثوايت R.Braithwaite وارنست ناجل E.Nagel تكون التأويلات الجزئية نماذج partial interpretations are models(٢).

إلا أن هذا لا يعنى أن مفهوم النموذج ظهر فى الفلسفة المعاصرة والعلم المعاصر، فالنماذج تاريخ طويل ، فلقد صنع مهندسى مدرسة الإسكندرية فى القرنين الثالث والثانى ق. م. ؛كما وصف المخترع السكندرى هيرون"حوالى ١٠٠ ق.م." أنموذجا لاستخدام القوة البخارية و المهندسين المعماريين فى هذه الفترة نفسها قد صنعوا نماذج لمشروعات مبانيهم وكانت تقدم إلى من يرعونهم .وقد ظل هذا التقليد متبعا على طول الخط مع تطور الرسم المعمارى

(١)المرجع السابق.

(2)Odenbaugh, Jay,Models ,Lewis & Clark College , p.1.

وحتى وقتنا الحالي (١).واستخدم فى الفلسفة اليونانية مع أفلاطون وعالمه للمثل،وكذلك مع أرسطو ومنطقه حيث وضع أول نموذج للفكر الإنسانى متمثلا فى الاستدلال "القياسى و الإستقرائى" وتعدهما هينتيكا باستخدام واسع بين فلاسفة العلم،إلا أنهما استخدما على نحو صريح أو ضمنى من مؤرخى الفلسفة على أنهما جزءا من هيكلهم المفاهيمى conceptual framework(٢).ثم ظهر مع فيزياء نيوتن الكلاسيكية ونموذج بور لذرة الهيدروجين ومماثلة كرات البلياردو وللنظرية الحركية للغازات فى الفيزياء الكلاسيكية. وربما اختلف تصور النموذج فى الفيزياء الكلاسيكية عنه فى الفيزياء المعاصرة، فالعلوم الفيزيائية المعاصرة غيرت تغيراً عميقاً نظرتنا غلى الواقع الفيزيائى فإنها لم تعد تساوى هذا الأخير بالواقع الحسى ،وبمعطياته الحسية ، بل أصبحت تركبه و تبنيه بناءً نظرياً ورياضياً وذلك بوضع نماذج له تجمع خصائصه بكيفية صورية خالصة لا جمعا تراكميا ،بل جمعا علا قيا وبنيوياً، فمبادئ العلم الفيزيائى ونظرياته تشكل نماذج نضعها للإفصاح عن البنية الحقيقية للواقع المتوارية خلف مظاهره.ولقد اعتقد ستراوس أن العالم فى تركيبه للنماذج قصد إلى استكشاف البنية ،واستكشاف البنية يمر بمرحلتين منهجيتين :

مرحلة أولى تقوم فيها باختيار الواقع وهى تشكل مرحلة يتوجه فيها اهتمامه أساسا نحو الوصف الحيادى للوقائع وجمعها ويكون فيها ذهنه خاوى من أى تصور مسبق لموضوع بحثه.

ومرحلة ثانية ينتقى فيها تلك الوقائع ليوظفها فى فبركة نماذج يراعى فيها جانب الملائمة واليسر والشمول ،وهى مرحلة تلعب فيها براعة العالم التقنية دوراً أساسيا بحيث يمكنه من وضع نماذج عديدة و مختلفة لنفس الظاهرة ، إلا أنه يختار من بينها الأنسب والأفضل ، وبالتالى فغرض العلم هو تركيب نماذج ودراسة خصائص تلك النماذج ومختلف الكيفيات التى ترد بها(٣).

(١) حسن حسين شكرى"مترجم" ، النماذج العملية وسيلة للنهوض بالتنمية الريفية ، مجلة العلم و المجتمع ، السنة "١٢" مطبوعات اليونسكو ،مارس ١٩٨٢، ص ٤٨.

(2) Hintikka ,jaakko, Analyses of Aristotle, Hingham ,M. AUSA:Kluwer Academic Publisers,2004, p.183.

(٣) سالم يفوت ،فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع ،بيروت، دار الطليعة للطباعة والنشر ،ط الأولى،١٩٨٦، ص ٢١٩-٢٢٤.

أذن أصبح مفهوم النموذج يشكل نقطة جوهرية فى مختلف العلوم،وذلك لأنه يعد من أهم وأول الوسائل المستخدمة من أجل دراسة الأنساق المعقدة . لذا نحاول فى هذا البحث أن نتعرف على معنى النموذج وأنواعه وبنيته؟ وما الفارق بينه وبين نظرية النموذج model theory ؟وما الفرق بنيه وبين المماثلة وبين النموذج الإرشاديparadigm الذى قدمه توماس كون ؟ما الفرق بينه وبين المثل الأفلاطونية ؟ ما وظائف النموذج؟ وهل النموذج هو الفرض أم النظريةأم القانون؟ ما النموذج المنطقى ؟وما النموذج الرياضى ؟ ما أبعاد النموذج؟ ....إلى أخر هذه الإشكاليات المطروحة فى ثنايا البحث .وللإجابة على هذه التساؤلات استخدمنا المنهج التحليلى المقارن والمنهج النقدى ؟ ونبدأ بما يعنى النموذج.

معنى النموذج:-

النموذج نظام جديد يتألف من عناصر مصنوعة أو طبيعية تعكس صورة للنظام المقصود تركيبه ووظائفه.والعادة أن النموذج يبسط الأصل المأخوذ عنه ومن الممكن بناء نماذج كثيرة لأى وضع فى الحياة.وكل نموذج يمكن أن يدخل ضمن نموذج أخر وهكذا يمكن أقامة هرم كامل من النماذج(١).ولقد أصبح مفهوم "النموذج "من المفاهيم المتداولة فى مختلف فروع المعرفة مما نتج عنه العديد من المعانِ المختلفة لهذا المصطلح التى تحتاج إلى التمييز بينها قبل الدخول فى المشكلات الفلسفية الناتجة عنه.

المعنى اللغوى:

اشتقت كلمة النموذجmodelمن الكلمة اللاتينية Modulus"وتعنى القياسmeasure أو قياسى standard" وهى مصطلح معمارى استخدمه فيتروف ،ومن بعده كوربوزبيه وهى مصغرModusوالModule"مقياس التناسب والمكيال "المنسوب إلى أفلاطون،مجاز رياضى وموسيقى ينتمى إلى الاوكتاوف "مجموعة من ثمان وحدات موسيقية"وحتى حوالى القرن التاسع عشر كانت النماذج العلمية أما "ماكينات نماذج تمهيدية صغيرة لعمل فنى أدبى، صغيرة الحجم للواقع الذى يراد استنساخه" وأما "أعمالاً بالحجم الطبيعى لنماذج يراد

(١)نيكولاي م.آمو سوف ،صنع نموذج للعقل البشرى،ترجمة عمر مكاوي،مجلة العلم والمجتمع،العدد ٣١،السنة الثامنة،يونيو/أغسطس ١٩٧٨،القاهرة، مطبوعات اليونسكو،ص٩٥.

بناؤها،تلك هى الرؤية الأفلاطونية التى تقول أن العالم الخارجى ليس إلا إسقاطا نموذجا كان، صورة أو أيقونة لنموذج.إن نزعتنا الحالية إلى اعتبار المفاهيم العلمية والنظريات والفروض التفسيرية بمثابة "نماذج"أكثر منها نسخاً مصغرة للواقع الخارجى،إنما هى ميراث من الأفلاطونية المحدثة(١). فالنموذج هو تصوير أو تمثيل نسق بنسق آخر(٢).أوالذى يتيح تمثل نظرية ما فى نظرية أخرى أو بتعبير رونيه طوم تماثل بين ظاهرة "س" وموضوع مبنين "م" "أنموذج م" يتيح ويسمح بالإجابة عن السؤال المطروح عن أو إزاء "س"(٣).عندئذ يكون النموذج التمثيل الذهنى لشىء ما و لكيفية اشتغاله لأنه عندما تضع شيئاً ما فى نموذج نستطيع أن نقلد اصطناعيا تصرف هذا الشىء ، وبالتالى نتوقع حركته فى المستقبل ونستعد لروود أفعاله ،هذا ما نجده فى المعنى الذى وضعه دوران ليشمل معنى النموذج فى دلالته الأكثر اتساعاً كل تمثيل لنسق واقعى مهما كان شكل هذا التمثيل .فإن النموذج لا يستوفى حقه فى مستوى التحديد ما لم يأخذ بعين الاعتبار إمكان أن يكون بنية مفهومية من القيم والعلاقات والخصائص يعمل دوما إلى مرجع أو شىء أو وظيفة ،لاسيما وأنه وسيط تفوض له وظيفة المعرفة(٤).

مفهوم النموذج اصطلاحاً:

قدمت تعريفات عديدة لمفهوم النموذج، فعرفه بيتر اخنشتاين PETER ACHINSTEIN "بأنه إشارة إلى مجموعة من الافتراضات أو المصادرات الواصفة "التى تصف" موضوعات وظواهر فيزيائية معينة "(٥).

(١) رولاند فيشر ،الخ نموذج الروح وصانع نموذجه ،ترجمة أحمد رضا محمد رضا ،مجلة ديوجين"مصباح الفكر" العدد٥٩، السنة ١٦، يناير ١٩٨٣ ،مركز مطبوعات اليونسكو،ص٧٠.

(2)Blackburn,Simon,The Oxord Dictionary of Philosophy,Oxford University Press,Oxford 1994 , p.246. see also Concise Routledge ENCYCLOPEDIA OF PHILOSOPHY ,P.585.

(٣)عزالدين غازى،الأنموذج الاستدلالى من الحساب الصورى إلى البرهانى إلى الخطاب الحجاجى الطبيعى، MHTML:FILE://F:\،٢٠٠٩.

(٤) مرافىء،مفهوم النمذجة ، مجلة العرب الاسبوعى، لندن، ابرايل٢٠٠٩،ص٩.

(5)Achinstein, Peter, "MdeLs ,Analogies ,And Theories "In PhiLosophy Of Science,October,NO.,4.,Vol.31,1964.P.,330.

وعرفه بلاكبيرن "بأنه مجموعة من القضايا أوالجمل التأويلية التى يكون فيها كل هذه القضايا أو الجمل صادقة"(١). وعرفه خان Khan بأنه" تبسيط للواقع التجريبى"(٢). وعرفه ليون هينكين Leon Henkin "بأنه البنيات المستخدمة لتأويل أو تفسير الرمزية المتجسدة فى نسق صورى ما"(٣).

وعرفه فاليزاد كالتالى "يعرف النموذج بأنه تمثل لنسق واقعى سواء كان ذهنيا أو ماديا يتم التعبير عنه بلغة أدبية أوفى شكل رسوم بيانية أو رموز رياضية"(٤).

وعرفه lucey بأنه"أى تجريد مبسط للواقع"(٥).وعرفه كواين بأنه سلسلة من المجموعات .وعرف من خلاله مفهوم الصحةvalidity،فالنسق أو الخطة تكون صحيحة إذا استوفت بكل نماذجه أو نماذجها (٦).ومن التعريفات السابقة يتضح أن النمذجة تحيل إلى ثلاث محاور كبرى وهى :-

-ما هو صورى اكسيومى مجرد ينتمى إلى البنية والمنظومة والنسق والنظرية ويدور فى "الرياضيات والمنطق".

-ماهو محسوس وعيانى وينتمى إلى عالم التجربة ويكون بمثابة تصميمات ورسوم مجسمة.

-ماهو نافع ووظيفى وينتمى إلى دائرة الصناعى والوظيفى من الألات والتقنيات الصالحة للاستعمال.

ويمكن تعريف فعل النمذجة على النحو التالى "بناء فكرى لنموذج رياضى موّجه نحو وصف

(1)Blackburn, OP. CIT., P.246.

(2)Khan,Haider,A.,On Paradigms, Theoies and Models,university of Denver,June 2002,P.,5.

(3)Henkin, Leon, "Systems ,Formal andModels of Formal Systems" In the Ecyclopedia of philosophy, ed.,Paul Edwards, Macmillan Publishing Co.,New York, 1972.Vol., 8,P.,61.

(٤) مرافىء، مرجع سبق ذكره.

(5)Lacey, A., R., A Dictionary of Philosophy, Routlegdge& Kegan Paul, London, 1997,p.312 .

(6)Quine W.,V., Philosophy of Logic, Prentice – Hall, INC. U.S.A.,1970,p.,52.

الواقع" كما تقدم النمذجة تفسير لتاريخ العلوم، لايقومعلى الانفصال التام لقطيعة الجذرية والثورة الحاسمة بين ماضى العلم وحاضرة كما نظر إلى ذلك جاستون باشلار G. Bachelard(١٨٨٤-١٩٦٢)ولا على التواصل الكلى والاستمرارية الفعلية كما تصور ذلك بيير دوهيم P, Duhem(١٨٦١-١٩١٦) بل على نظرة معقدة تجعل النقلة النوعية رهينة حصول تراكم كمى كبير بما أن الفرق بين نموذج قديم ونموذج جديد هو قدرة التمثيل للظواهر كما بين ذلك هيزنبرج W.,Heisenberg(١٩٠١-١٩٧٦) فى كتاب "الجزء و الكل،محاورات فى مضمار الفيزياء الذرية" بقوله:-

" إننى اعترف أن هناك درجة اختلاف معينة ولكننى لا أرى اختلافا جوهرياً...إنني لا أستطيع التسليم بأن نيوتن قد قدم شيئاً أساسيا أفضل من بطليموس لقد أعطى فقط تمثيلا رياضيا أخر للكواكب، قد اثبت على مر القرون أن هذا التمثيل هو الأكثر نجاحاً.عندئذ يكون التقدم فى العلم من التمثيل غير الناجح للوقائع إلى التمثيل الناجح "

فالنمذجة هى الطريقة المنهجية التى تفضى إلى إنتاج النماذج،أو بعبارة أخرى إنها ليست سوى منهج إجرائى له غايات عملية ينطلق من مسلمة تقر بعدم إمكان إنتاج معرفة كاملة،بل يكتفى فقط بإيجاد تمثلات عن الواقع لا يمكن أن نقول عنها إنها صادقة أو كاذبة،بل هى فقط تمثلات ناجحة للفعل المستقبلى نظرا لما تحققه من توقعات ايجابية.فالنمذجة هى أذن مبدأ فنى "تقنى "تمكن الباحث من بناء نموذج لظاهرة أو سلوك عبر إحصاء المتغيرات أو العوامل المفسرة لكل واحدة منها ، فإنها محاولة لفهم الأنساق المعقدة عن طريق خلق نموذج يظهر فى شكل بنية صورية تعيد بناء الواقع العينى بناءً افتراضياً(١).وسميت العلاقة بين النموذج والنسق الممنذج بالتماثل أوالتشاكل Isomorphism(٢).

ونتساءل هنا ما الفرق بين النموذج model والمماثلة analogy ؟وبين نظرية النموذج والبراد يم أو النموذج الإرشادى الذى قدمه توماس كون T.,Kuhn(1922-1996) والمثل الأفلاطونية؟

(١) مرافى ، مرجع سبق ذكره.

(2)Hesse, Mary, "Models, and Analogy In Scinence" in Encycolpedia of philosophy ,vol., 5. Op., cit.,.

النموذج والمماثلة :-

المماثلة فى اللغة العربية مشتقة من مادة "مثَّلَ" والمماثلة فلا تكون إلا فى المُتَّفقَين، تقول نحوه كنحوه، ولونه كلونه، فإذا قِيلَ: هو مِثلهُ على الإطلاق،فمعناه أنه يَسُد لا مَسَدَّهُ، وإذا قِيلَ: هو مثله فى كذا فهو مساو له فى جهة دون جهة(١). وتستعمل كلمة "التمثيل " بمعان كثيرة ، التمثيل بالمعنى المنطقى، يعنى الحكم على شىء معين بصفة لوجود لوجود هذه الصفة نفسها فى شىء آخر معين مماثل له فى صفة أو صفات أخرى كالحكم على اللبن غير النقى بأنه يسبب حمى التيفود، قياسا على الماء غير النقى الذى يسبب هذه الحمى لمشابهتهما فى عدم النقاء(٢). ويتضح الأسلوب المألوف للاستنتاج عن طريق المماثلة بالمثال التالى : الشيء "س" يمتلك الخصائص "أ،ب،ج، د ، "والشيء "ص" يمتلك الخصائص " ب ،ج ،د" نتيجة لذلك من الممكن أن يمتلك" ص" الخاصية أ" . ونجد أن المماثلة لا تشكل برهاناً نظراً لأن الأشكال الأخرى للمعرفة.وعرف جون ستيوارت ملmill (١٨٠٦-١٨٧٣) المماثلة بأنها ضربا من التدليل العقلى المأخوذ عموما من الحجج الاستقرائية، ويمكن أن يصاغ التدليل العقلى المماثل analogical reasoningعلى النحو التالى : يشبه الشيئان أحدهما الأخرفى وجه أو أكثر،وتكون القضية المحددة صادقة للشيء الأول ولذلك تكون صادقة بالنسبة للثانى(٣).ولترجيح احتمال نتيجة ما تم التوصل إليها عن طريق المماثلة لابد من مراعاة الآتي :-

- يجب أن تقوم المماثلة على الملامح الجوهرية وعلى أكبر عدد ممكن من الصفات المشتركة فى الأشياء موضع المقارنة.
- يجب أن تتوفر أكبر صلة ممكنة بين الخاصية التى تتشكل على أساسها النتيجة والخصائص المشتركة فى الأشياء.

(١)ابن منظور، لسان العرب،تحقيق عبد الله على الكبير و آخرون ،المجلد السادس،ج٤٧،القاهرة،دار المعارف،بدون تاريخ نشر، ص٤١٣٢.

(٢)أبو العلا عفيفى ،المنطق التوجيهى، القاهرة، المطبعة الأميرية، ط٧، ١٩٤٨،ص ١٠٣.

(3)Mill, J.,S.,"Of Analogy"In Meaning and Knowledge Systematic Readings In Epistemology,ed by,E.Nagel&R.,B., Brandt, Brace&World,Inc,New York,1965pp., 349-50.

- يجب استخدام المماثلة لإقامة تشابه بين الأشياء فى رابطة معينة لا فى الجوانب جميعها.
- لما كان الغرض المباشر للمماثلة هو بيان التشابه بين الأشياء فإنها لا تشير إلا إلى الاختلاف،ويجب أن تتبع المماثلة فحص لهذه الاختلافات(١).

رأت مارى هيس أن العلاقة بين النموذج والنسق أو الشيء الممنذج هى علاقة المماثلة(٢).والتماثل الذى يكشف عنه النموذج ليس مجرد عامل مساعد مؤقت ينتهى مفعوله بالانتهاء من بناء النظرية ،بل يظل مرتبطا بها لدرجة أن النظرية لا تستحق اسمها بدونه،ولذلك وضع الواقعيون –فلاسفة أو علماء–كل ثقلهم على هذه العلاقة،لأن ما تنطوى عليه من ضرورة يؤكد فى نظرهم واقعية المفاهيم النظرية.وبعبارة أخرى،فإن التماثل هو العلاقة الأساسية التى تميز النظرية الرياضية "أى المبرهنة" ذات المضمون التجريبى، ويمكننا عندئذ أن نقدر مدى أهميتها فى الفيزياء المعاصرة بالذات التى اختلطت فيها التراكيب الرياضية بالمضمون الفيزيائى حتى أنه ليصعب على العلماء أنفسهم أحيانا التمييز بينهما و لعلاقة التماثل صلة أساسية بواحدة من أهم مشكلات فلسفة العلم فى القرن العشرين ، وهى طبيعة المفاهيم العلمية ،ونقصد بها المفاهيم النظرية التى لا نجد ما يقابلها فى عالم التجربة ، وإنما نستدل وجودها استدلالاً .وحينما ذهب بنيامين إلى أن "العلم نسق من الرموز التى تمثل الواقع"، كان يريد أن يلفت الأنظار إلى هذه المشكلة التى تفرق الفلاسفة حولها شيعاً، وفى نفس الوقت هى مشكلة تمس مستقبل العلم ذاته(٣).

وقد يتساءل البعض بحق: لم كل هذا الجدل حول علاقة التماثل وصلتها بالمفاهيم العلمية.أليس تماثل شيئين يعنى ببساطة أن لهما نفس البنية أو التركيب ، وأنهما يخضعان لقانون واحد ؟ وهذا أدعى إلى التركيز على الجانب الوصفى لهذه العلاقة بل وكذلك للنموذج دونما لغط حول الجوانب الإبستمولوجية . والواقع أن السبب فى ذلك هو ما يمكن أن نسميه بالتماثل الظاهري أو الكاذب ، فهو المسئول عن كثير من سوء الفهم لحقيقة و وظيفة

(١) م. روزنتال وب .يودين، الموسوعة الفلسفية ،ترجمة سمير كرم ،ط٧،بيروت،دار الطليعة، ١٩٩٧،ص٤٩٣.

(2) Hesse op., cit., p.,354.

(٣)د.بدوى عبد الفتاح محمد، فلسفة العلوم، القاهرة،دار قباء للطباعة والنشر، ٢٠٠٠،ص١٨٥-١٨٦.

النموذج.وقد وقعت الفيزياء الكلاسيكية عند نيوتن فى هذا الخطأ ،حينما استعانت بنموذج عضوى للتعبير عن نظرية آلية للطبيعة،أى تصورت الطبيعة ككيان عضوى ،بينما تعاملت معه بقوانين آلية تقوم على الفعل ورد الفعل،وكانت النتيجة أن التماثل فقد دلالته،وبالنظر إلى قوانين نيوتن الثلاثة فى الحركة ونظرية فى الجاذبية سنجدها آلية خالصة .وفى نفس الوقت –وهذا هو التناقض– يستخدم فى بنائها مفاهيم عضوية مثل القوة و الشغل بدليل أنه هو الذى اقترح استخدام الحصان كوحدة لقياس هذه المفاهيم .والآن حينما يفقد التماثل دلالته،يخطئ النموذج فى ربط النظرية بالتجربة ويضطر العالم لمعالجة الخطأ بأخطاء أخرى.ونجد مثالاً مشهوراًعلى ذلك عند العالم الهولندى هيجنزC .Huygens (١٦٢٩-١٦٩٥) فقد أعتقد أن هناك تماثلاً بين الصوت والضوء من حيث الخاصية الموجية .ولم يفطن إلى أن الصوت هو موجات ميكانيكية تحتاج إلى حامل هو الهواء ،بينما الضوء موجات كهرومغناطسيةلا تحتاج إلى حامل .ومن ثم اضطر لمعالجة الخطأ بخطأ أخر هو افتراض مادة وهمية هى الأثير التى تقوم بدور الحامل الذى ينقل إلينا ضوء الشمس كل يوم وهكذا عندما لم يفطن هيجنز إلى أن الظاهرتين تخضعان لنموذجين مختلفين وقع فى خطأ استخدام" النموذج المصطنع" (١).

الخلاصة :- أن المماثلة هى إبراز أوجه الشبة والاختلاف بين خصائص وأشياء و صفات نظامين متشابهين فى البنية المنطقية فقط ، وبالتالى يمكن دراسة خصائص ونظام ما بواسطة مثيله أو نظيره.والمماثلة تقوم على أساس الصفات الأساسية أو الجوهرية فقط ولكن لا يشترط فيها المشابهة فى جميع الخصائص وعندما يبنى النظير يسمى أحيانا نموذجا و لكن يجب التمييز بين النموذج الذى يستخدمه العِالم فى بناء نظرية وبين المماثلة التى يتوسل بواسطتها لتعليل وتفسير ملامح نموذجه.والأمثلة على ذلك مماثلة نموذج بور لذرة الهيدروجين بالمجموعة الشمسية،ومماثلة هيجنز بين خصائص الضوء والصوت بغرض صياغة النظرية الموجية للضوء .وهكذا فإن المماثلة عادة ما تُرسم بين أشياء أو ظواهر معينة موصوفة فى النظرية أو النموذج وبين أشياء وظواهر أخرى تكون أكثر ألفة وشيوعاً، أى معروفة لنا سابقاً ، أى أن الموجودات المتطابقة تكون متشابهة فى علاقات

(١)المرجع السابق،ص١٨٦-١٨٧.

معينة ،ولكنها مع ذلك تكون متمايزة عن بعضها كما فى المماثلة بين النموذج الذرى والنظام الشمسي ،حيث أن صفات وخصائص كل منهما مختلفة ومتمايزة،إلا أن المهم هنا هو العلاقات بينهما التى تفيد فى التفسير،ولا يشترط مشابهة جميع العلاقات ،بل العلاقات الجوهرية وحسب التى تكون كافية للقيام بعملية التفسير،ذلك لأن النظرية ،يتوجب عليها القيام بعملية التعليل والتفسير وهذه التعليلات هى محاولات لفهم ما هو جديد فى النظرية وغير مألوف بواسطة ما هو مألوف ويتم هذا العمل من خلال بناء مماثلة بين خصائص وأشياء النظرية وبين الوقائع المألوفة لنا سابقا .فالمماثلة أذن تقوم بالمقارنة بين الأشياء المألوفة لكى تجعل الوقائع الجديدة مفهومة والنظير يقوم بعمله هذا بواسطة ما يسمى بالرد إلى المألوف (١).

ولقد ميزت مارى هيس بين نوعين من المماثلة وهما:-

- المماثلة الصورية **formal analogy** وتكون فى العلاقات البديهية والاستنباطية مثل تلك الموجودة بين بندول الساعة المتأرجح والدائرة الكهربائية المتذبذبة.
- المماثلة المادية**material analogy** مثل المماثلة الموجودة فيزيائيا بين جزيئات الغاز وكرات البلياردو. وميزت هيس أيضا بين :-
- المماثلة الإيجابية **positive analogy** التى تشير إلى مجموعة المماثلات الموجودة بين الظواهر"على سبيل المثال أُخذت كرات البلياردو فى حركتها العشوائية كنموذج للغاز ولم تتضمن هذه العلاقة المنمذجة،أن كرات البلياردو مثل جزئيات الغاز فى كل الأوجه، فببساطة أن جزئيات الغاز مماثلة لكرات البلياردو فى الحركة".
- المماثلة السلبية **negative analogy** التى تشير إلى الاختلافات الموجودة بين الظواهر ففى مثال كرات البلياردو لم توصف الخواص والسمات الأخرى لكرات البلياردو لجزيئات الغاز مثل اللون والصلابة(٢).
- المماثلة الحيادية**neutral analogy** عندما لا نعرف ما إذا كان النموذج والشيء الممنذج تشاركا فى الخواص وتبعا لمارى هيس تسمح لنا هذه الخواص بوضع

(١)مشهد سعدى العلاف،بنية النظرية العلمية،ط١، الأردن، دار عمار، ١٩٩١، ص٦٤-٦٥.

(2)Hesse op., cit., p.355.

تنبؤات جديدة(١).وتؤكد هيس ضرورة وجود علاقة واحد بواحد بين النظامين فى المماثلة ،سواء كانت هذه العلاقة ذاتية وتطابق أم علاقة اختلاف بين صفة نظير ما و الصفة المماثلة للنظام الأخر،أى ضرورة وجود علاقة مشابهة فى البنية الشكلية بينهما وأن اختلفت مادة كل منهما عن الأخر،وهذه العلاقة التماثل أو التشاكل،أى تشابه فى البنية الشكلية واختلاف فى المادة بين نظامين أو شيئين بالإضافة إلى ذلك هناك علاقات سببية يمكن أن تنطبق عل كليهما وبهذا يمكن تحديد نوعين من العلاقات فى المماثلة عند هيس هما:

أ-علاقات المشابهة،وتعنى المشابهة بين صفات وخصائص النظير وخصائص وصفات المراد تفسيره.

ب- العلاقات السببية،وهى العلاقات التى يمكن أن تحل وتطبق على كل من النظير والنظام الذى سوف يتم تفسيره(٢).و لقد استخدم التطور التاريخى للنظرية الكهرومغناطيسية هذين النوعين من المماثلة"الصورى والمادى"(٣). هذا الفارق بين النموذج والمماثلة فما الفرق بين النموذج و البراديم أو النموذج الإرشاديParadigm ؟

النموذج والبراديم:

استخدم كون مصطلح البراد يم فى مجال عريض من المعانى المتباينة، فإضافة إلى كونه نموذجا يحتذى ،فهو مساعد على الكشف وموّجه، وهو "مجموعة "من إيضاحات شبه معيارية لنظريات مختلفة فى تطبيقاتها التجريبية والمعيارية(٤). ويعبر البراد يم عن جماع المعتقدات والقيم المتعارف عليها والتقنيات المشتركة بين أعضاء مجتمع بذاته. و يشير من ناحية أخرى إلى عنصر منفصل فى هذا المركب الجامع و أعنى به الحلول الواقعية للألغاز ، التى إذا ما

(1)Lloyd ,Elisabeth ,A .,"Models" In Routledge Encyclopedia of Philosophy ,ed.,by Edward Craig,Routledge London.,1998,vol.,6.,p.,444.

(٢) مشهد سعدى ، مرجع سبق ذكره ص ٦٥.

(3)Silva, Cibelle Celestino ,The Role of Models in the Electromagnetic theory :a Historical case study, Institutode Fisica de Sao Carlos,2009.p.,2.

(٤)باتريك هيلى،صور المعرفة،ترجمة نور الدين شيخ عبيد،بيروت،مركز دراسات الوحدة العربية، ط الأولى،٢٠٠٨،ص.١٦٠.

استخدمت كنماذج أو أمثلة يمكن أن تحل محل القواعد الصريحة كأساس لحل الألغاز المتبقية فى نطاق العلم القياسى(١) .ويختلف النموذج عن البراديم اختلافاً يمكن توضيحه على أساس أن النموذج أوالنمذجة إنما تتحرك داخل براديم معين إذ ترتبط النمذجة ببراديم الكون المبنى فى مقابل براديم الكون المنحوت أو براديم الإنشاء فى مقابل براديم الاكتشاف ،وهو ما يعنى أن النمذجة لا تعكس امتدادا للعقلانية الكلاسيكية ،وإنما تعبر عن ثورة علمية التى يفترض قيامها انقلابا على براديم سائد والانتقال إلى براديم جديد.

النموذج والمثل الأفلاطونية:

لا ينبغى أن نفهم النموذج بمعنى المثل الأفلاطونية،حيث يمثل النموذج الصورة المثالية التى يتحدد على ضوئها الموجودات وتنتظم،بل على العكس إذ أن النموذج العلمى التقنى يقلب صورة النموذج الأفلاطوني بما أنه تمثل عقلاني لأجسام واقعية متعينة(٢).

النموذج ونظرية النموذج:

نظرية النموذج فرع من المنطق الرياضى الذى يتعامل مع العلاقة بين اللغة الصورية وتأويلاتها، أو النماذج (٣).أو أن نظرية النموذج تدرس قضايا أو جمل اللغة الصورية وتأويلاتها أو البنيات التى تجعل هذه التأويلات أو البنيات صادقة أو كاذبة وتقدم نظرية النموذج التعريفات الدقيقة للصدق،والصدق المنطقى ،والنتيجة،و المعانى والموجهات .وتجسد نظرية النموذج فرعا من الرياضيات المهتمة بالطرق التى صُنفت بها البنيات الرياضية(٤).وهذه النظرية فى الرياضيات تدرس للفئات أو المجموعات أوحتى الأشكال الهندسية باستخدام أدوات المنطق الرياضى ، وتسمى البنية التى تعطى معنى للقضايا أو الجمل من اللغة الصورية نموذجا للغة و ترتبط نظرية النموذج بالجبر ويمكن تعريفها

(١)توماس كون، بنية الثورات العلمية، ترجمة شوقى جلال ،سلسلة عالم المعرفة،العدد١٦٨،الكويت،ديسمبر،١٩٩٢،ص٢٤٤.

(٢)أحمد الملولى ،العلم بين الحقيقة والنمذجة "المنزلة الابستمولوجية للنمذجة" بنزرت، المركز الجهوى للتربية والتكوين، ص٤.

(3)Chang C.C.& Keisler H., Model Theory, Elseviver Science Publishing Co. Inc. Amsterdam, Third Edition 1990,p.,1.

(4)Hodges ,Wilfred, "Model Theory" In Rutledge Encyclopedia of Philosophy ed.,by Edward Craig vol .,6 ,Rutledge, London& New York ,1998, p.,436.

بالمعادلة التالية:

نظرية النموذج = الجبر العام + المنطق (١).

وقدم ألفرد تارسكى (١٩٠١-١٩٨٣) مصطلح نظرية النموذج عام ١٩٥٤، وظهرت كفرع مستقل فى المنطق فى أواخر الخمسنيات وأوائل الستنيات(٢).وقدمت فكرة النظرية والنموذج القائمة على تعريف الصدق(٣).وعرض له فى كتابه "مقدمة للمنطق ولمنهج البحث فى العلوم الاستدلالية"تتم صياغة أحد نماذج البديهيات بواسطة الحدود الأولية وعلاقة التطابق ومن الطبيعى أن يستوفى ذلك النموذج أيضا جميع المبرهنات المستنتجة من البديهيات .وبشكل أكثر دقة نقول أن النموذج لا يستوفى عبارات النظرية نفسها، بل دالات القضايا التى نحصل عليها منها بوساطة وضع متغيرات بدلا من الحدود الأولية .ومع ذلك فإن هذا النموذج بعينه لا يلعب أى دور ذى فائدة فى إقامة النظرية.وبالعكس فإننا نصل على أساس القوانين المنطقية الكلية إلى نتيجة عامة هى أن أى نموذج لنسق البديهيات، يستوفى جميع المبرهنات المستنتجة من تلك البديهيات وفى ضوء ذلك فإننا نشير كذلك إلى نموذج نسق البديهيات الخاص بنظريتنا على أنه نموذج للنظرية نفسها.ويعرف هذاالنوع من البرهان باسم طريقة البرهان بواسطة تقديم النموذج أوالتفسير.ويمكن وضع النتيجة التى نتوصل إليها بهذه الطريقة فى الصورة النهائية التالية:-

"أن كل مبرهنة خاصة بنظرية استدلالية معينة ، تستوفى بواسطة أى نموذج من نماذج نسق البديهيات الخاص بهذه النظرية.وأكثر من ذلك،توجد فى مقابل كل مبرهنة،عبارة عامة يمكن صياغتها و البرهنة عليها فى إطار المنطق،وتثبت أن المبرهنة موضوع الحديث تستوفى بواسطة أى نموذج مثل هذا"(٤).

ولقد شيد بيلترأمى Beltrami وكلين Klein نماذجهما للهندسة اللا قليدية ، ولذلك النسق

(1)art Model Theory, In www.Viswiki.com @2008.2009T.Hoshi..

(2)George, Weaver, "Model Theory " In Companion Encycopedia of The History and Philosophy of The Mathematical Sciences,vol.,1,ed by Grattan-Guinness, Routledge Inc. NewYork1994,p.,70.

(3)Adamowicz ,Zofia & Zbierski ,Pawel, Logic of Mathematics, John Wiley & Sons, Inc. New York,1997,p.,47.

(٤)الفرد تارسكى ،مقدمة للمنطق ولمنهج البحث فى العلوم الاستدلالية، ترجمة عزمى إسلام ، القاهرة الهيئة العامة للتأليف والنشر،١٩٧٠، ص١٥٧-١٦١.

البديهى الذى قدمه زرميليو– فرانكل Zermelo – Fraenkel لنظرية المجموعة والذى أُعتبر أساسا للرياضيات ،وكذلك وضع جودل مبرهنته لعدم الاكتمال.ووضع هلبرت وتارسكى الدقيق لنظرية النموذج بعمومية تامة فى أواخر العشرينات وأوائل الثلاثنيات، لتكن T مجموعة من القضايا من اللغة المعطاة (T)Lوسُمى النسقA نموذج للمجموعة T إذا كانت كل قضية أو جملة "F من المجموعةT صادقة فى A (١) .طور العديد من الرياضيين نظرية النموذج.ولقد أدى العمل الفنى فى نظرية النموذج إلى نتائج هامة فلسفيا فى مجالين ،فهى تلقى الضوء على طبيعة عالم نظرية المجموعة،والتحليل اللاقياسى لصور الحجة الجديدة(٢).

إذا سلمنا مع بول فاليرى بأننا "لا نفكر إلا على أساس النماذج "وجب علينا أن نفهم كيف تبنى النماذج؟ و أى منزلة ابستمولوجية للنمذجة فى الثقافة العلمية ؟وأى قيمة فلسفية للنمذجة؟

بنية النموذج:

يتحدد النموذج من جهة البنية وفق ثلاثة أبعاد هى البعد التركيبى والبعد الدلالى والبعد التداولى وترابط هذه الأبعاد فى بناء النموذج يمثل تجاوزا لضيق الأفق الوضعى الذى يفرض الترييض شرطا لعلمية العلوم، فى حين يمسى الترييض وفق المقاربة النسقية التى تقوم عليها النمذجة العلمية مجرد بعد دون أن يكون شرطا أساسيا باعتبار أن النمذجة لا تختزل فى الصورية(٣).

- البعد التركيبى:

يصاغ كل نموذج فى لغة صورية إلى حد ما وتتكون كل لغة صورية من مجموعة عناصر أولية أو رموز من مجموعة قواعد منظمة لهذه الرموز فى علاقات قابلة لتأويل دلالى.وبشكل أدق يتحدد النسق الصورى بما هو لغة صورية تقوم على مجموعة من المصادرات ومجموعة قواعد استنباطية،هى ما به ، تتحدد المبرهنات

(1)Adamowicz,Zofia& Zbierski,Pawel, Logic of Mathematics,op., cit., p., 47.

(2)Concise Routledge Encyclopedia of Philosophy.p., 585.

(٣) أحمد الملولى، مرجع سبق ذكره،ص٦.

ويكون النسق الصورى إما اكسيوميا أو شبه أكسيومي هو النسق الصورى.وتبعا لذلك ترتبط مستويات صورية النموذج بنوعية اللغة المستعملة التى إما أن تكون أدبية أو رمزية أو رياضية منطقية،وبحسب اللغة المعتمدة ، يكون النموذج رمزيا ، كيفيا، معياريا أورقميا كميا.كما يتكون البعد التركيبى للنموذج من ثوابت و متغيرات وعلاقات "علاقة حد أو إحصائية أو سببية أو تبعية ...الخ" وعلى مستوى خصائصه التركيبية يقتضى أن يكون النموذج متسقا "اى لا يتضمن مبرهنات متناقضة "، تاما "أى لا يتضمن قضايا لا تقبل البرهنة أو الدحض ،مستقلا "أى لا يتضمن مصادرات نحتاج أن نستنبطها من مصادرات أخرى "، قطعيا "أى يتضمن برهانا يسمح بالحكم على قضية ما بالصواب والخطأ "، مشبعا "أى لايحتاج إلى استخدام اكسيومات إضافية من خارج النسق " ويقوم النموذج فى بعده التركيبى على مبدأ الثبات داخل تغيّر الإحداثيات والوحدات(١).ولما كانت الغاية من بناء النموذج هى فهم العالم الخارجى من أجل ربط الأسباب بالمسببات "القدرة التفسيرية". ويعد التفسيرمن الوظائف الهامة بالنسبة للنموذج فكل نموذج نطاق أو حقل وظيفى يعمل فيه فعلى سبيل المثال يتضمن الحقل الوظيفى للنموذج الجسيم للضوء تفسير الظواهر الكهرو- ضوئية ونتائج كومبتونcompton،بينما تفسر النموذج الموجى للضوء ظاهرة الحيود والتداخل ويؤدى الخلط بين هذه النماذج إلى المشكلات الابستمولوجية (٢).

ومن ثم التقديرأوالتنبؤ ،فقد يكفينا من النموذج أن يمكننا من التنبؤ الدقيق وعندها قد لا يبقى حاجة إلى الخوض فى أشكال النموذج إلا من أجل تحسينه أو إنشاء نموذج أفضل "القدرة على التنبؤ" (٣).

ورأى هيرتز Hertz لكى تكون النماذج جيدة لابد أن تكون جائزة منطقيا logical permissible، أى أنها متسقة مع قوانين فكرنا، وأن تكون صحيحة وأن تكون واضحة

(١)احمد الملولى، ص ٦-٧.

(2)Smit,J,J,A.," Models, Mental Images and language in Scientific Thinking "Potchhefstroomse un., vlr CHO,Potchefstroom, South Africa,2009,p.,4.

(٣) د. أحمد سليم سعيدان، مقدمة لتاريخ الفكر العلمى فى الإسلام، عالم المعرفة (١٣١)،الكويت،المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب،١٩٨٨، ص٤١.

وبسيطة(1).

- البعد الدلالى:- يتحدد البعد الدلالى للنموذج

أولا: فى علاقة النسق الذى يمثله وفق علاقة تفاعلية تأخذ بعين الاعتبار المسافة التى تصل بينهما بهدف جعل النموذج أكثر فأكثر ملائمة.و

ثانيا :فى علاقته بمجال صلاحيته التى تتحدد فى علاقته بالملاحظ الذى يقرر صلاحيته.

ثالثا: فى علاقته بالواقع فكل نموذج فى بعض وجوهه يمكن أن يعدو وسيطا بين حقل نظرى يمثل تأويلا له وحقل تجريبى يمثل تأليفا له(٢).

غير أن مسألة ما إذا كان المقصود من النموذج أن يكون وصفا فعليا مسألة مختلفة ، أن كون النموذج لا يعرض فى نهاية المطاف سوى مناظرة محدودة ،وإمكان التعبير عن علاقات متوازية بين الأشياء بحدود صورية أو باستخدام معدل واصطلاحي لكلمات اُستعملت بداية على نحو مرتبط بالنموذج لا يعنى أن هذه العلاقات ليست واقعية.لقد تم التسليم منذ عهد طويل بأن الكون دائرى رغم أن أرسطو اعتبر هذا الحكم نظرية قلقة يقترحها نموذج الشمس والقمر وتبرهنها براهين ظاهرية ، أيضا تم التسليم بأحكام من قبيل أن الأرض تدور حول الشمس ، وأن المركب الكيميائي يتكون من عناصر،وأن المغناطيسية كهربية فى حال الحركة،وأن ثمة موجات لاسلكية تنتشر فى الفضاء.أن الحقائق لا تستقر على حال ،وهذا على وجه التحديد هو الملمح التقدمى فى العلم،غير أن هناك حالات كثيرة يوضح فيها هذا التقدم أن مختلف النماذج التى تُفهم عبرها الحقائق الجديدة .ولو كانت باطلة فعلا لكان من الممكن منطقيا أن تكون صادقة ما يكفى لوضع كل نماذج هذه النظرية تحت بند الجمل الواقعية وللتمكين من عقد تمييز دقيق بين كل الجمل التى كانت تشكل مقاربات أفضل أو أسوء للواقع(٣).

(1)Kockelmans ,J.,J., ed,Philosophy of science , The Free Press, Coller-Macmillan,Limited London, 1962 ,P.,224.

(٢) أحمد الملولى، ص٧.

(٣)مارى هيس، دور النماذج فى النظرية العلمية، ترجمة نجيب الحصادى، ضمن كتاب"إشكاليات فلسفية فى العلم الطبيعى "ليبيا المكتب الوطنى للبحث وبدون تاريخ نشر، ص ٢٢٩.

لابد من ملاحظة انه لم يقصد من كل النماذج التى طرحت فى الفيزياء أن تكون أوصافا حقيقية وبالمقدور التمييز بين أربع استخدامات لا واقعية مختلفة(١):

أولا :النماذج المماتة التى تستخدم قصدا لتحقيق مقاصد عملية رغم الدراية ببطلانها ،إن يرتهن مدى نفع مثل هذه النماذج بقدر مناظراتها الايجابية ،ومدى إمكان إغفال مناظراتها السلبية فى الظروف العملية .هكذا قد يستعمل نموذج انسياب الحرارة فى سياقات تشكل مقارنة كافية للنظرية الحركية وقد تستخدم الميكانيكا النيوتونية فى سياق لا يشترط دقة الميكانيكا.

ثانيا:قد تشكل ألآت من الحديد والنحاس أو باستخدام رسومات لتمثيل جوانب بعينها من العمليات الطبيعية بحيث تعمل مثل الحواسيب حال عوز النظرية الرياضية الخاصة بالظواهر المعينة أوحال صعوبتها مثال على هذا الاستخدام للنماذج ، حيث تتضح مناظرة سلبية فى جوانب بيولوجية وكيميائية بعينها بين النموذج والحيوان ، تقابلها مناظرة ايجابية مجهولة القدر فى بعض الجوانب السلوكية.

ثالثا:قد تستحدث نماذج بعدية لتجسيد نظرية رياضية قائمة أساسا أو لمجرد جعل النظرية أسهل فى التطبيق ، مثال على ذلك نماذج الأثير الميكانيكية السائدة فى القرن التاسع عشر التى تعين مجمل تناظرها الإيجابي فى المعادلات المناظرة ،بحيث لم تسهم مباشرة فى بسط أو اختبار النظرية ولم يرم منها أن تكون واقعية.

رابعا نماذج مكملة: من قبيل نموذجى الجسيم والموجة فى فيزياء الكوانتم اللذين يستثنى الواحد منهما الأخر فى جوانب بعينها، ما يجعله يقصر فى مجال تطبيق مناظرة الأخر الايجابية رغم أن قدراتهما الخاصة بالتناظر الايجابي ليست مستنفدة فى جوانب أخرى بحيث يتسنى توظيفها نماذج مفيدة فى ظروف خاصة. لا ريب أنه بالإمكان تمييز أنواع أخرى من النماذج فى ممارسة الفيزياء وسائر العلوم ، غير أن هذا التصنيف الموجز يكفى لاقتراح تعريف لمنزلة النموذج الواقعية . يقصد من النموذج أن يكون وصفا واقعيا إذا كان يعرض تناظرا ايجابيا ولا يعرض أى تناظر سلبي فى كل الجوانب التى سبق اختبارها ، وإذا كان

(١)المرجع السابق ص٢٣١-٢٣٣.

يحتوى على فائض يمكن من حيث المبدأ اختياره ، تعد النماذج التى تستوفى هذا المعيار نماذج وصفية .

- البعد التداولى:

يتحدد ذلك فى ضوء كيفية استعمالنا للنموذج بما هونموذج وصفى أو معيارى ويمكن تبيّن هذا البعد على المستويات التالية :-

-من جهة أهداف النموذج لما هو تمثيل لكيفية اشتغال نسق ما بغرض معرفته والتحكم فيه.

-من جهة العلاقة بين منتجى النماذج ومستعمليها والعاملين فى النسق على اعتبار أن المعرفة التى تقود هى معرفة موّجهة نحو الفعل وأن الحقيقة ذاتها لا تعدو أن تكون سوى الفعل عينه .

-من جهة تأثير النموذج فى الفرد والمجموعة على مستوى التمثيلات والتصورات والأفعال وتأثيره فى الواقع وما يمكن أن يحتمله النموذج ذاته من تعديلات وفق ما تسمح به القيم الاجتماعية و الوسائل التقنية المتاحة.

-من جهة معاييره التداولية من حيث يُشترط فى النموذج أن يكون ذى أداء ثابت وايجابي ،بسيطا ، مرنا، وقابلا للتوظيف(١).

وقد نتجت عن بنية النموذج التركيبية والدلالية والتداولية عددا من الوظائف منها الوظائف التى تتعلق باللغة التى يعبر بها النموذج والتى تؤمن إمكانات الفهم والتفسير بالنسبة لمبتكر النموذج . ومنها الوظائف التى ترسم علاقة النموذج بالواقع . ومنها الوظائف البرجماتية أو التداولية وتتصل بتعميم المعرفة والدمج الاجتماعي للنموذج . فما هى هذه الوظائف؟

وظائف النموذج:-(٢)

أ-:الوظيفة الرمزية :

يفهم النموذج أساسا بما هو دعامة لفهم الظواهر فى لغة دقيقة وصارمة إذ يعرف النموذج

١-أحمد الملولى ص٧.

٢-المرجع السابق ص ٨-٩.

بنيويا بما هو مجموعة من العلاقات "غالبا ما تكون احتمالية" بين عناصر هذه العناصر ليست مجردة بشكل خالص وتحيل على نسق مادى واقعى أو افتراضى لذلك يسمح كل نموذج بضرب من التمثيل الرمزى لنسق سواء كان واقعيا أو خياليا ، ليكون قابلا للفهم أو التأويل بلغة متوافقة مع عناصره و محددة لخصائصه و للعلاقات القائمة بين هذه الخصائص داخل النموذج.أن قيمة النموذج فى مستوى الوظيفة الرمزية هى قدرته على تحقيق ضرب من التوافق بين طابعه الصورى وتأويله.

ب -الوظيفة القياسية:-

يبدو النموذج أيضا بمثابة وسيلة للتفسير أوفهم الظواهر ،فالنموذج يقدم أولافى صورة مجموعة من الفرضيات تلخص خصائص النسق الذى تم تمثيله،ويسمح ثانيا وبشكل خاص من استنباط جملة الاستنتاجات الناتجة عنها،فكل نموذج إنما يشتغل وكأنه محرك استدلالي بترميز نتائج الفرضيات ليكون النموذج أساسا للفهم أو التفسير الذى يأخذ بعين الاعتبار بعض الظواهر انطلاقا من مبادئ عميقة ولكنه أيضا يمكن أن يستحيل مجرد لعبة صورية بين فرضيات واستنتاجات تتعلق بعالم افتراضي.يكون لفرضيات النموذج ميزة القوانين البينة والتى تسمح بمعالجة أو التحكم فى الظواهر ، فهذه الفرضيات تملك القدرة على حصر الظواهر أو إحصاؤها بشكل شامل رغم ما تملكه من قابلية للمراجعة ،كما أنها تبنى بطريقة تكون فيها كل فرضية مستقلة وهو ما يسمح باستبدالها بفرضية أخرى خاصة فى النماذج التى تقدم فى صورة نسق من المصادرات ونستنبط النتائج بطريقة صارمة من الفرضيات سواء بطريقة تحليلية "البرهنة الرياضية" أو عن طريق الاصطناع الرقمى "الحساب عن طريق الحساب الالى"، إذ يمكن بلوغها عن طريق مسار استدلالى قادر على تناول عديدة ومركبة.ومن جهة الوظيفة القياسية ،فإن القيمة للنموذج تكمن فى صلابته،أى فى قدرته على ربط الفرضيات بالنتائج.

ج-الوظيفة التجريبية:

يقدم النموذج بما هو إطار قوى لمواجهة أفكار أو تصورات نظرية بمعطيات خبرية"تجريبية" اصطناعية،فالنموذج ليس مجرد وسيط غائم بين نظريات خالصة غالبا ما تكون صارمة

وبين أحداث نمطية ومحلية ، إذ يمكنه البحث معادلة أكثر دقة مع المعطيات الموجودة المتعلقة بنسق واقعي كل نموذج تبعا لذلك ييسر صلاحية صارمة لمعطياته النظرية في علاقة بمعطيات خبرية "تجريبية" ليكون عندئذ موضوع مسار للنمذجة لا يفضي إلى نمذجة نسق ما إلا حسب بعض السمات ووفق بعض الحدود .وأن صلاحية النموذج موجودة عبر مواجهته بالمعطيات،فمن جهة يسمح النموذج بيسر من إبراز الاستنتاجات القابلة للاختبار،والتي تعبر عن نفسها في شكل علاقة بسيطة بين عناصر قابلة للملاحظة ،ومن جهة أخرى من اختبار صلاحيتها على أرضية المعطيات التجريبية المتوفرة وتكون المقاربة الاستقرائية التي تهتم بإبراز الملاحظات من البنى الممكنة للنموذج ، جد صلبة .فمن جهة تسمح الوسائل الإحصائية من بيان عدد غير قليل من المعطيات الخام المحددة بضوابط حسية مكونة من أحداثا أو وقائع ، ومن جهة أخرى كثيرة هي الطرق التي تسمح من إنشاء نماذج تفسيرية انطلاقا من وقائع عبر ضبط منظومات من الثابتات للعلاقات.ومن جهة نظر الوظيفة التجريبية فالقيمة الأساسية للنموذج إنما تكون في مصداقيته ،أي في قدرته على التعبير عن البنية الدنيا للظاهرة .ويمكن ملاحظة أن الفروق بين النموذج والواقع تبدو كثيرة ،وأكثر حدة في العلوم الاجتماعية مقارنة بالعلوم الطبيعية ، ففي العلوم الطبيعية يمكننا أن نفكر من جهة الظاهرة الأساسية والأعراض ، في حين أن كل العوامل في العلوم الاجتماعية تبدو لها نفس القيمة ومؤثرة سواء كانت أساسية أو عرضية علاوة على أن الفوارق بين النموذج والواقع في العلوم الطبيعية يمكن النظر فيها ومقارنتها وحتى قياسها بأكثر يسر منها في العلوم الاجتماعية ،فالتفاعلات الميكانيكية تخضع لقوانين معروفة وإن كان بشكل تقريبي ، في حين يكون التكلفة الاقتصادية للبحث عن المعادن أو للمعاملات التجارية أكثر عسراً.

د-الوظيفة الاستكشافية:

يقدم النموذج أيضا بما هو وسيط معرفي زمن ثبات المعرفة واستقراها أو زمن تطورها وما قد تشهده من تحولات إذ تسمح النماذج من تثبيت المعرفة القائمة في اختصاص معين في شكل وحدات بسيطة ومستقلة ومفصلة فيما بينها . ولكنها تلعب دور الأساس الذي يضمن تطور المعرفة المتخصصة ، بفعل دوافع خارجية أو معطيات داخلية .وبحكم وحدة لغة

المعرفة ووحدة مبادئها تمثل النماذج وسيلة أساسية لبلورة المعرفة ، وعلى هذا الأساس تخضع النماذج إلى ضرب من التراكم والذى يفضى إلى إثراءها عبر الزمن عن طريق عمليات إعادة القراءة أو إعادة التأويل المتعاقب ، إذ لا وجود لنموذج مكتمل. ومن جهة الوظيفة الاستكشافية فالقيمة الأساسية للنموذج إنما تكمن فى سعته أو خصوبته و قدرته على إحداث أو توليد نماذج متنوعة "نموذج الذرة".

ه- الوظيفة التطبيقية أو العملية :

يعد النموذج أداة فاعلة للتوقع والبرمجة فى خدمة التحكم والقرار،لتحقيق ذلك يتوجب أن يترجم النموذج فى شكل تجريبى وهو ما من شأنه أن يحقق القدرة على التحكم والفعل فى الوضع الذى يراد السيطرة عليه ،وهو ما يقتضى ارتباط النموذج بشكل أولى بوسائل فعل بغاية تغيير الوضع وبمبادئ أو قواعد تسمح بالحكم عليه ،يخضع كل نموذج بشكل قصدى إلى صيرورة ملائمة مع المحيط وبعض المشاكل التى يثيرها ،ليخضع بذلك إلى صيرورة تتوافق مع السياق وهو ما يفضى إلى التحرى بشأن وضعيات معلومة أو استكشاف وضعيات لم تختبر بعد أو حتى وضعيات قصوى لا يمكن الوصول إليها، ويمكن للنموذج أن يلعب دورا هاما حين يضطلع بمهمة الإثبات بغاية تعليل بعض التوقعات أو التعليمات أو الوصفات المقررة.وتكون التوقعات المحددة بواسطة النموذج واضحة ومحددة لأهدافها ،إذ يمكن النموذج من ضبط كل الاحتمالات أو الإمكانات المستقبلية. إن مسار التوافق مع السياق إنما يهدف إلى استخلاص القيمة التقريبية للنموذج فى اتجاه استخدامه لتحقيق أهداف محددة يتم ضبطها مسبقا و التوافق بشأنها ، هذه التحديدات التقريبية تحمل على وسائل الفعل وعلى بنية النموذج ذاته وعلى المعايير التى تسمح بالحكم على النتائج التى تم تحقيقها، بحسب طبيعة النموذج ،فإذا كان النموذج متوافقا مع الحدث فإنه يسمح باستكشاف أشياء موجودة بالقوة أو كامنة ،قابلة للتحقق فى سياق جديد أو مغاير وافتراضية .أما إذا كان النموذج ضد-الحدث أو غير متوافق مع الحدث ،فإنه يعالج إمكانات الظاهرة أكثر من واقعها بحيث يقدم إجابة أو حلولا نظرية لمشكلة أو قضية نظرية.من جهة وظيفته التطبيقية ،فالخاصية الأساسية للنموذج فى أجرايته أى قدرته على معالجة المشكلة المراد توضيحها بضرب من النفعية .وفى هذا الإطار تكون غايات النماذج فى علوم الطبيعة أكثر وضوحا

منها فى علوم الاجتماع ،ففى علوم الطبيعة يوجد محدد واحد يستند إلى النموذج ليحقق هدفا واضحا .أما فى علوم الاجتماع فنكون ازاء عدد كبير من أصحاب القرار يتبعون نماذج متعددة ومختلفة ويهدفون إلى تحقيق غايات مختلفة حتى لا نقول متعارضة.

و- الوظيفة الخطابية:

يفهم النموذج أخيرا بما هو صورة حدث يسمح بإنتاج خطاب وجيز وبنقل أمين للمعرفة ،إذ يعتبر النموذج وسيلة ناجحة للتخصصين ، ولكنه يعد وسيلة ناجحة مع غير المتخصصين سواء تعلق الأمر بوسائل الإعلام أو بواسطة اجتماعى أو مهنى إذ يعد موضوع رسالة تؤمن بث الأفكار وإذاعة المعرفة ،ويمسح النموذج بتحقيق تواصل ناجح،وبذلك تسهم النماذج فى تحقيق ضرب من مراتب اجتماعية للمعرفة . من جهة وظيفته الخطابية، فالخاصية المميزة للنموذج فى نفاذه أى قدرته على أن يكون مقبولا بوصفه معرفة لا تقبل الشك.ونستنتج من بنية النموذج ووظائفه المتعددة أن النماذج أنواع عدة فما أنواع النماذج؟

أنماط النماذج:

تتميز النماذج بتعقد أنواعها وتنوع استعمالاتها وتكاثر أدوارها وتشعب منازلها.وربما لا يوجد سوى العلم و التكنولوجيا هما اللذان يساعدان على تقدير حجمها وضبط إيقاعها.أن مفهوم النموذج تم تعميمه على معظم الميادين ووقع تركيزه فى مختلف المجالات العلمية ولذا يمكن تصنيف النماذج بالاعتماد على عدد من المعطيات :

-هناك نماذج واعية تحليلية و نماذج لا واعية.

-هناك نماذج يقينية مستقرة وأخرى احتمالية قيد التجريب.

-هناك نماذج تفكيكية يقوم على التجريد وأخرى تركيبية تقوم على البناء.

- ثمة نماذج مغلقة تحتوى على عناصر معروفة ومضبوطة وأخرى منفتحة لا تتأثر بالزيادة والنقصان وتعتبر ذلك تكامل عضوى يكونها.

- ثمة نماذج مختزلة بسيطة تحتوى على عنصر واحد ،وهناك نماذج معقدة تتكون من عدة عناصر متشابكة و متفاعلة ومنفتحة على عناصر أخرى.

يمكن تصنيف النماذج على أساس الارتباط بالزمان والمكان ،بحيث هناك نموذج تعاقبى يرتكز على مفهوم التالى بين السابق واللاحق،وهناك نموذج تزامنى بنيوى يشتغل بالتعالى على التاريخ مثل النماذج اللغوية والرياضية.

يمكن تصنيف النماذج على أساس الهدف الذى ترمى إليه وبالتالى نجد نموذج موضوعى مادى يدخل المنمذج إلى الواقع من أجل إدراكه وتفسيره، ونجد نموذج ذاتى نفسى يدخل إلى العقل ويدرس علاقته بالواقع ويتقصى سبل المعرفة الأخرى عند الإنسان.

-ثمة نماذج متلقية تكتفى بتسجيل المعلومات الواردة من الطبيعة ونماذج اجتهادية تضيف عدة أبعاد جديدة للواقع ،وثمة نماذج تراكمية تقوم على التجميع والتحصيل والاستنتاج،ونماذج توليدية تبدع وتنشى أشياء جديدة تزيدها إلى رصيد المعرفة.والملفت للنظر أن النمذجة هناهى إعادة بناء وإنتاج ،وأن العلاقة بين النموذج الذى تم تصميمه والواقع الذى تمت نمذجته ليست علاقة تطابق بل هى علاقة محاكاة تقريبية(١).

فى هذا السياق يمكن الرجوع إلى بول ريكورpaul ricoeur(١٩١٣-٢٠٠٥) فى الفصل الذى خصصه للنمذجة فى المجاز الحى عندما عرف النموذج على أنه "وسيلة استكشافية يسعى إلى اختراق التأويل غير المطابق بواسطة التخيل وخط الطريق نحو تأويل جديد أكثر مطابقة" لكونه وسيلة إعادة وصف ينتمى إلى منطق الاكتشاف لا إلى منطق الحجة .وعندما قارن بين النموذج والمجاز واعتبر منزلة النموذج فى اللغة العلمية كمنزلة المجاز فى اللغة الشعرية من جهة العلاقة بالواقع وعندما ميز أيضا بين ثلاثة أبعاد للنمذجة :-

-النماذج بالقياس ،وهى تمثل الدرجة الدنيا من الترتيب وتقتصرعلى عمليات التصميم والتكبير والتصغير والتصوير من خلال علاقة لا متماثلة مع الشيء المراد إظهاره كما هو وكيف يشتغل من خلال التركيز على مجموعة من الخصائص الملائمة للنمط الأصلي.

(١)مرافى ،مرجع سبق ذكره، ص ٩.

-النماذج التناسبية أو حسب التشاكل ،تأخذ بعين الاعتبار تغيير الوسط وتمثيل البنية وتحرص على تمثيل منظومة العلاقات التى تحاكى النمط الأصلي عن طريق مبدأ التقابل الرياضى و بالتالى يتشابه النموذج و النمط الأصلى ليس فى المستوى ليس المرئى الظاهر بل فى البنية فقط.

-ليست النماذج النظرية ما يمكن إظهاره أو ما يجب صنعه ، بل هى ليست أشياء أصلا بل بنى افتراضية يقع تصورها عن طريق ضرب من الخيال العلمى،إنها تدشن لغة جديدة بوصف من خلالها النمط الأصلى دون أن يُصنع.ينتهى ريكور فى هذا النص إلى النتيجة التالية :"لا تعنى العودة إلىالخيال العلمى التخلى عن العقل والذهول بواسطة الصور،بل بالأساس الاقتدار الكلامى على البحث فى علاقات جديدة حول النموذج الموصوف" .يحاول ريكور هنا توسيع نظرية النموذج وما يهتم به هنا هو الفعل الارتدادي لنظرية النموذج على نظرية المجاز ويستنتج أن اختزال النموذج فى مجرد نفسية يساوى اختزال المجاز فى أسلوب تجميلي(١).

وتنقسم النماذج إلى نماذج مادية ونماذج صورية ،تتشكل الأولى من خلال التشابة أو المماثلة مع بنيات معروفة موجودة فى الواقع ،فالنموذج يعتبر تمثيلا لنسق معقد من خلال نسق واقعى ،يعتبر أكثر بساطة،ويفترض فيه أنه يمتلك بعض الخصائص المماثلة لتلك السمات التى توجد فى النسق المعقد والمختارة لتكون موضوع البحث(٢).

وبالإضافة إلى هذه النماذج يستعين علم الفيزياء بنماذج فكرية لفهم الحقيقة الفيزيائية،حيث يقوم عالِم الفيزياء بتكوين نماذج فكرية للحوادث أو الحالات الفيزيائية لينظر من خلالها إلى العالم الخارجى . وأهم ما تتميز به هذه النماذج أنها تصور لنا أجزاء العالم الخارجى بطريقة استدلالية، فهى ليست مشتقة من التجربة بالاستقراء ،ولكنها فى الوقت نفسه ذات صلة بالوقائع والتجارب.إن هدف الفيزياء النظرية هو إيجاد صورة فكرية موحدة للحقيقة الفيزيائية عن طريق الاستعانة بلغة الرياضيات، لأنها وحدها تستطيع بناء الصورة الموحدة

(١) المرجع السابق.

(2)Rosenblueth. Q & Weiner.N.,"The Role Of Models In Science" In Philosophy of Science ,Oct., 1954, p., 316.

إلى جانب معرفتنا أهمية لغة الرياضيات فى احتوائها على مبدأ الخلق والإبداع (١). أما النموذج الصورى فلا يلجأ فيه صاحبه إلى التمثيل والمقارنة بالوقائع، فهوبناءرمزى ومنطقى لفرضية بسيطة نسبيا،تم بلورتها ذهنياوتنطوى على نفس الخصائص البنيوية للنسق الواقعى الأصلى(٢).

وميز ناجل بين نموذج حقيقى ونموذج صورى أوشكلى،يتضمن الأول صفات من خبرة الحياة اليومية،بينما يتضمن الثانى مفاهيم تحتوى علاقات من أكثر تجريدا،وفى هذين النوعين، يرى ناجل أن الأشياء والظواهر التى توصف بواسطة النموذج لا تحتاج لأن تكون متشابهة من الناحية الفيزيائية مع تلك التى فى النظرية ، لكن الاعتبار الاساسى هو أن يكون ثمة تشابها فى البنية المنطقية وحسب.ولهذا يشترط دائما أن تكون بين النموذج والنظرية علاقة تماثل أو تشاكل فى البنية الشكلية.ويميز بردجمان(١٨٨٢-١٩٦١) بين نموذج رياضى ونموذج فيزيائى ما،ومع ذلك فإنه يفضل النموذج الرياضى لأنه يتمتع بإمكانات كبيرة فى مجال الأبنية أكثر من إمكانات النموذج الفيزيائى التى يمكن تصورها ، ذلك لأن النموذج الفيزيائى محدد فى مجال التطبيق التجريبى،حيث يتوجب على النظرية أن تزودنا بأدوات لحساب سلوك النظام الفيزيائى أما النموذج الرياضى فإنه غير محدود فى المدى التطبيقى باعتباره بنية شكلية خالصة ،كما يرى بردجمان أن الفيزياء النظرية فى القرن العشرين أصبحت تستخدم النماذج الرياضية بدلا من النماذج الفيزيائية الكلاسيكية والشرط الأساسى للنموذج الرياضى هوأن يعمل بوصفه أداة حساب نتمكن بواسطته من تقديم إجابة لأى سؤال يتعلق بالسلوك الطبيعى للنظام الفيزيائى المطابق له،مع ملاحظة أن الدقة التجريبية لآية عملية قياس تبقى محدودة وتقريبية،لذلك فليس بمقدورنا أن نتوقع اختبارا بدقة كاملة وتامة لمتطلبات أى نموذج رياضى .لكن بردجمان يؤكد أن النموذجين "الرياضى والفيزيائى" المختلفين من الناحية الشكلية من الممكن أن يقدما نتائج عددية متقاربة ضمن مدى الخطأ التجريبى ، لكنها تختلف فى ترتيب بعض الحدود وعلاقتها بالتجربة ، و كل نموذج يقدم فائدة بوصفه أداة حساب و أن مسألة الاختيار بينهما تقوم

(١)د. ياسين خليل ،منطق المعرفة العلمية، ج١،ليبيا ،منشورات الجامعة الليبية،١٩٧١،ص١٨٨-١٨٩

(2)Rosenblueth. Q & Weiner .N. ,"The Role Of Models In Science" op. cit..

على أسس مثل الملائمة وسهولة وبساطة الحساب(١).

وفرقsuppe بين النموذج الرياضى والنموذج الايقونى iconic ويمكن أن نميز أيضا بين النماذج البنيوية structural modelsوهى النماذج التى تصور بنية الجزيئات الواقعية والنماذج المعرفية أو المعلوماتية informational models وهى التى تزودنا بالمعلومات عن النسق التجريبى أوالظاهرة موضوع البحث (٢). وسنلقى الضوء هنا على النماذج المنطقية والرياضية والعلمية ، فما هى هذه النماذج؟

النموذج المنطقى:-

اهتم المنطق الصورى بمجموعة من البديهيات ونتائجها الاستنباطية وأيضا بتأويلات هذه البديهيات والمبرهنات.ومجموعة الكيانات التى تفى بهذه البديهيات.ولذا يمكننا تعريف النموذج المنطقى بأنه "أى مجموعة من الكيانات التى تؤلف أو تشكل تأويلا أو تفسيراً من كل بديهيات ومبرهنات نسق ما،والذى فيه تكون كل من هذه البديهيات و المبرهنات صادقة فى ذلك النسق(٣).

ولقد مثل انتقال الهندسة إلى المرحلة الاستنباطية ثورة حقيقية داخل العلم الرياضى لا تضاهيها إلا تلك الثورة التى أضفى بها أرسطو نفس الطابع على المنطق فى كتاب "التحليلات الأولى" فى نفس القرن تقريبا . وبقى النموذج الاستنباطى الأقليدى ـ الأرسطي قائما ومعمولا به فى الرياضيات حتى القرن التاسع عشر . بل أن الهندسات اللاـقليدية التى تم بناؤها إبان القرن الماضى مثل هندسات لوباتشوفسكى وريمان، قد تم تشييدها وفقا للنموذج الاستنباطى الأقليدى(٤).

ويتألف النسق الاستنباطي من الأفكار الأولية "فكرة المتغير القضائى،وفكرة الثابت المنطقى

(١)مشهد سعدى، مرجع سبق ذكره، ص ٦٠-٦٢.

(2) Zeidler Pawel"The Epistemological Status Of Theoretical Models of Molecular Structure"In International Journal for Philosophy Of Chemistry , Adam Micklewicz un., vol., 6 ,no.1,2000,p17.

(3) Hesse ,Mary," Models and Analogy In Science"op., cit., p.,354 .

(٤)د . حسن عبد الحميد،دراسات فى الابستمولوجيا، القاهرة ،المطبعة الفنية الحديثة،١٩٩٢،ص٢١٢-٢١٤.

ومجال الثابت"وقواعد التركيب والتعريفات،والمصادرات أو البديهيات وتتصف هذه المصادرات بأنها متسقة ومكتملة ومستقلة،ويتألف من قواعد الاستنباط ،ثم النظريات أو المبرهنات(١).ولقد طبق النموذج المنطقى فى العلم والنظرية الاجتماعية .فالنموذج المنطقى يبدأ من الموقف الذى يضم شخصين ،إلى الموقف الذى يضم ثلاثة أشخاص وهكذا إلى الموقف الذى يضم جماعة من "ن"من الأشخاص .ويترتب على الانتقال من موقف إلى أخر تعقد الظواهر المتنوعة المرتبطة بالموضوع الذى يتناوله النموذج ،وفى الوقت ذاته تزداد صعوبة الإحاطة بها ،و يصبح من الواضح تماما عدم كفاءة الرموز اللفظية فى تمثيل هذه الظواهر. فضلا عن ذلك فأنه يندر أن تتم عملية الاستنباط التى بمقتضاها اشتقت النظريات البرهانية المكونة للنموذج عن طريق الاستدلال اللفظى، ومن هنا كان لابد من الالتجاء إلى الرياضيات ورموزها لبناء النموذج المنطقى (٢).

ولقد أدرك هلبرت(١٨٦٢–١٩٤٣) كل عيوب النموذج الاستنباطى الاقليدى للعلم ،وأدرك على وجه التحديد أننالا نستطيع أن نعّرف ــ كما فعل أقليدس(٣٣٠–٢٧٥ ق.م)ــ كل حد أو مفهوم نستخدمه فى البناء الهندسى.ولهذا فقد انطلق فى نسقه الجديد من ثلاثة موضوعات وست علاقات استخدمها بدون تعريف ، وأضاف إليها أحدى وعشرين بديهية ،كونت مع قواعد الاستنباط "داخل النسق" بالإضافة إلى النتائج التى رتبها على البديهيات النموذج الجديد الذى انتقلت إليه الهندسة على يديه، وانتهى بذلك إلى مرحلة البناء الاكسيوماتيكى للعلم(٣).

ومن أهم عيوب النماذج المنطقية هى كونها نماذج تعسفية للعقل الانسانى وبالتالى فصحتها أساسا منطقية لا امبريقية،ومن هنا فإن الإسهام الحقيقى لهذه النماذج فى فهم الظواهر الإنسانية والاجتماعية يكون محددا للغاية.فهى بحكم طبيعتها المنطقية بُنيت على أساس مصادرات وبديهيات معينة،وفى الوقت ذاته ففى خلال عملية الاستدلال الرياضى يتم وضع افتراضات ذات طبيعة امبيريقية ولهذا السبب فإن معادلات هذا النموذج تظل صادقة فقط فى حدود هذه المصادرات والافتراضات الامبيريقية،فإذا لم تتفق هذه الافتراضات الامبيريقية مع

(١) د. محمد مهران، مقدمة فى المنطق الرمزى، القاهرة،دار قباء ،٢٠٠٤،ص١٩٢–٢٢٨.

(٢) د. ناهد صالح، الرياضيات والنظرية الاجتماعية،القاهرة، عالم الفكر،المجلد الرابع، العدد الرابع،١٩٧٠،ص١٠٦.

(٣) د. حسن عبد الحميد، المرجع السابق ص ٢١٨.

الظواهر الامبيريقية فإن النموذج يصبح غير ملائم للتطبيق على الواقع(١).وفى هذا رداعلى الوضعية التى خلطت بين موضوع العلم وبنية العلم أوهيكله بمحاولتها تحويل العلوم إلى حساب.

النموذج الرياضى:-

يوصف النموذج الرياضى ،بأنه ذلك الذى تكون مادته ذات طبيعة رياضية وتعتمدعملية تحديد خواص أى نموذج على الدقة التى تتحدد بها نوعية مركباته المختلفة .وتختلف النماذج الرياضية أساسا عن النماذج بصفة عامة فى أنها تخضع للمعالجة بالأساليب الرياضية وبذلك فإن التنبؤات التى يحصل عليها من هذه النماذج تؤدى إلى براهين رياضية منطقية.وتنفرد النماذج الرياضية بأنها الوحيدة التى تسمح بميكنة النشاط العقلى.ومع أن مصطلح النموذج الرياضى اكتسب ذيوعا كبيرا فى السنوات الأخيرة ،فإنه ليس اختراعا حديثا بأى حال، فاكتشافات الفيزياء فى جوهرها نماذج رياضية ولوأنها توصف غالبا بأنها "قوانين فيزيائية" .فعبر نيوتن(١٦٤٢-١٧٢٧) عن قانون الجاذبية الكونية بالمعادلة الرياضية التالية:

$$ق = \frac{أ ك١ \times ك٢}{ف٢}$$

حيث ق هى قوة الجذب بين أى جسمين فى الكون ،وهى تتناسب طرديا مع حاصل ضرب كتلتيهما (ك١،ك٢) وعكسيا مع مربع المسافة بينهما "ف". ويمثل هذا القانون فى الحقيقة نموذجا رياضيا نمطيا يمكن أن يطبق أسلوبا رياضيا نمطيا للتوصل إلى نتائج بالغة الدقة وتفسيرات تتصل بجوانب كثيرة من الحقيقة الموضوعية ، وقدم اكتشاف الكوكب نبتون دليلا بارزا على صحة هذا النموذج ، واليوم يتيح هذا النموذج نفسه إجراء حساب المسارات المعقدة للأقمار الصناعية وسفن الفضاء، وأثبت التنبؤات المبنية على نموذج نيوتن أنها دقيقة بدرجة غير عادية ومفيدة ، ومع ذلك يعتبر علماء الفيزياء المحدثين أن قانون الجاذبية الكونية ليس تام الصحة، ويستخدمون قانون اينشتين(١٨٧٩-١٩٥٥)

(١)د ناهد صالح ، الرياضيات والنظرية الاجتماعية، ص ١٠٦-١٠٧

للجاذبية(١).

وأنه فى وصف اكتشاف نيوتن بأنه نموذج رياضى فمن الطبيعى السماح بهامش من عدم اليقين يتعلق بدقة التنبؤ المستمد ، ونسلم باحتمال وجود مجال لتحسين النموذج . ومن ناحية أخرى فأنه إذا اعتبر قانون نيوتن حقيقة مطلقة فإن أى مشاهدة تتعارض معه تهز الثقة فى صحته . وتاريخ الفيزياء مليء بتجارب مؤلمة أثارها إسقاط نظرية لصالح أخرى ، فى حين أن "لحظات الصدق" هذه ليست فى حقيقتها أكثر من تسلسل طبيعى لا مفر منه للأحداث يرتبط بالتدقيق المتصاعد للنماذج الرياضية المتعلقة بظاهرة طبيعية معينة.والحقيقة أن دقة النماذج الرياضية التى وضعها علماء الفيزياء لوصف الظواهر الفيزيائية، جعلت هذه النماذج تسمى "قوانين" .واستخدام النماذج الرياضية — التى تطبق على نطاق واسع فى مجالات أخرى من العلوم بالإضافة إلى الفيزياء — يشكل فى الحقيقة واحدة من أكثر أدوات البحث شمولا وقوة ،ويفيد بصفة خاصة لأنه أقل تكلفة واستغراقا فى الوقت من أسلوب التجريب التقليدى. وفى هذا الإطار فإن الدراسات ذات الطبيعة النوعية أو الكمية التى تطبق على نموذج رياضى للظاهرة موضوع الدرس وضع استنادا إلى افتراض معين تعتبر وسيلة سريعة وقليلة التكلفة لتحديد صحة مثل هذا الافتراض. فإذا كانت نتائج هذه الدراسات لا تتفق بصورة مقنعة مع نتائج المشاهدة الفعلية للظاهرة فهذه إشارة موثوق بها على أن الافتراض الرئيسى غير صحيح . ومن ناحية أخرى فإن الاتفاق الجيد بين النتائج التى يقدمها النموذج ونتائج المشاهدة لا تضمن بأى حال أن الافتراض سليم ، بل أنها تقترح أن الافتراض مقبول ويتطلب تحقيقا أوسع بأسلوب التجربة .و بعبارة أخرى فأن استخدام النماذج لا يحل محل التجربة الفعلية بل يقتصر على أن يدخلها فى أطار المنطق(٢).فإذا افترضنا أن مجموعة من علماء الفلك شرعت تبحث كواكب المجموعة الشمسية استنادا إلى تجارب فلكية بدائية فإن الاحتمال ضعيف جدا أن يكتشف أحدهم فى المستقبل كوكب "نبتون" من خلال تلسكوبه.ولكن المؤكد أن دليلا مرئيا على وجود الكوكب قد تحقق فعلا من خلال الرصد الضوئى .ولم يكن الاتجاه الذى وجه إليه التلسكوب مسألة صدفة بل كان عملا محسوبا ، خطط بدقة مستخدما النموذج الرياضى للنظام الشمسى استنادا إلى افتراض نيوتن الخاص بالجاذبيةالكونية.

(١) بلاجوفست سندوف، بعض مبادئ لصياغة النماذج الرياضية،ترجمة إبراهيم البرلسى، مجلة ديوجين، مرجع سبق ذكره، ص ١٨-١٩.

(٢)المرجع السابق ص ١٩-٢٠.

أن كل تجربة حقيقية تصمم نموذج من نوع ما – لا يكون بالضرورة نموذجا رياضيا – حتى ولم يسلم العالم المختص دائما بهذه الحقيقة ويتحسن النموذج حتما خلال فترة التجارب.فإذا استخدم العالم فى تجاربه وبحوثه نموذجا رياضيا أمكنه أن يستعين بأحدث التقنيات الرياضية والحسابية فى تخطيط تجاربه ، ولم يعد يتحسس طريقه فى الظلام معتمدا على الحظ فى الحصول على النتائج(١).

والغرض من أى نموذج رياضى – انطلاقا من بعض فروض وبديهيات أساسية – هو اشتقاق علاقات بين متغيرات بحيث يمكن – على الأقل من حيث المبدأ– تحقيق هذه العلاقات.وهذه العلاقات يمكن استخدامها بطريقة تفسيريةأوتنبؤية. وأحيانا يمكن التوصل عن طريق النموذج الرياضى إلى نتائج ما كان يمكن استنتاجها أو ملاحظاتها بدون النموذج،وفى هذه الحالات تكون فائدة النموذج مضاعفة(٢). وصنف النموذج الرياضى فى أشكال عدة منها:–

-النماذج الرياضية الخطية فى مقابل اللاخطية Linear vs non Linear،يتألف النموذج الرياضى من المتغيرات التى تكون تجريدات لصفات النسق الموصوف والعوامل التى تعمل على هذه المتغيرات والتى تكون عوامل جبرية،دوال،..الخ فإذا قدمت كل العوامل فى النموذج الرياضى خطية،عرف النموذج الرياضى الناتج بأنه خطى وعرف النموذج الرياضى اللاخطى بطريقة مماثلة .

-النموذج الحتمى "المحدد" مقابل النموذج الاحتمالي "التصادفى" deterministic vs probilistic "stochastic" :ويكون النموذج المحدد الذى قدحددت فيه كل المتغيرات بالأجهزة المماثلة فى النموذج وبالحالات السابقة لهذه المتغيرات،ولذا تفى النماذج المحددة بنفس الطريقة بمجموعة الشروط الأولية(٣).

أما النموذج الاحتمالي أو التصادفى يتكون من عدد من المعادلات التى تحتوى على متغير عشوائى ويكون لهذا المتغير العشوائى توزيع معتدل متوسطه الصفر،وتوضع كل معادلة كنظرية رياضية تم استنباطها منطقيا من بديهيات محددة.هذا الاشتقاق من البديهيات هو

(١)المرجع السابق ص ٢٠.

(٢)نادر فرجانى،استخدام الأساليب الرياضية والإحصائية فى العلوم الإنسانية،عالم الفكر،المجلد الرابع،العدد الرابع، ١٩٧٤

(3)ArtMathematical Model" In VisWiki .com.208,2009.T.Hoshi.

الذى يميز النموذج التصادفى عن الانتظامات الإحصائية والتى تعد خطوة أولية نحو بناء نظرية نسقية وأن كانت هى فى حد ذاتها لا تكون نموذجا نظريا،فى حين أن المعادلات التصادفية تعد نموذجا بمعنى الكلمة،فهى تملك كل دقة النموذج المنطقى وكل واقعية الانتظامات الاحصائية . وبفضل هذا النوع من النماذج التصادفية أو الاحتمالية على أساس أن العمليات والوقائع الاجتماعية هى بطبيعتها احتمالية، فضلا عن ذلك فإن النماذج التصادفية تسمح بحكم تكوينها باختبارها على الواقع .إلا أنه يعاب على بعضها أنها لم تضف إلى معلوماتنا جديد.أوهى على حد قول البعض لم تقم بأكثر من صياغة لجهلنا . ومن هنا جاء تفضيل النماذج المحددة التى رغم صعوبة اختبارها على الواقع إلا أنها تتناول عمليات اجتماعية على درجة عالية من التعقيد تعجز النماذج الاحتمالية عن تناوله مستخدمة فى ذلك رياضيات بسيطة(١).

– النماذج الاستاتكية مقابل النماذج الديناميكية: static vs dynamic : لم يضع النموذج الاستاتكى عنصر الوقت فى الاعتبار بينما صورت النماذج الدينامية بمعادلات مختلفة فى أزمنة مختلفة(٢).وعلى الرغم من كثرة النماذج وتعددها مابين العلمية واللغوية والاجتماعية و الاقتصادية والبيولوجية والمنطقية ، فهناك أساس رياضي لكل عمليات صوغ النماذج(٣).إذا كان العلماء يطلقون على النماذج الرياضية فى بعض الأحيان "قوانين" فهذا يجعلنا نتسأل هل النموذج هو الفرض أم القانون أم النظرية أم التفسير أم التأييد ؟ما علاقة النموذج بكل هذه المصطلحات ؟

=النموذج فى العلم وفلسفة العلم :

يمر المنهج العلمى بعدد من الخطوات ليصل إلى النظريةأو القانون الذى يحكم أو يفسر الظواهر ، فى المنهج التقليدى ،كان يبدأ بالملاحظة ثم افتراض الفروض ثم التحقق من صحة الفروض ثم الوصول إلى القانون أو النظرية . أما المنهج الفرضى الاستنباطى يبدأ بالفروض ثم استنباط النتائج من الفروض ثم اختبار صحة هذه النتائج بالملاحظات والتجارب للوصول إلى

(١) د ناهد صالح ،مرجع سبق ذكره ص ١٠٧-١٠٨ .

(2) art Mathematical Model" In VisWiki op., cit.,

(٣)إدوارد جاكسون ،فى خصوص المنطق والبديهيات والنظريات و المفارقات و البرهان، ترجمة أحمد رضا،القاهرة، ديوجين مرجع سبق ذكره ص ١٤.

النظريات.أذن فالنظرية العلمية تتألف من مجموعة من الفروض التحققة والمختبرة جيدا، وعندما تؤيد هذه الفروض بالتجربة تُعرف بالقانون أو المبدأ العلمى (١).

والمقصود بالفرض فى معناه العام ظن أو تخمين أو افتراض نتقدم به لتفسير واقعة ما(٢). وبالتالى فالفرض هو تفسير مقترح لظاهرة أو مشكلة بعينها ،ويقبل الفرض بصفة مؤقتة إلى أن يُختبر بالتجارب وإذا أثبتت التجارب أن الفرض غير صحيح ،فإنه يعدل.إلا أن عملية التعديل لا تستمر إلى مالا نهاية، بل تستمر حتى نقطة بعينها و عندئذ يفضل استبدال الفرض بفرض جديد.ويجب أن يتصف الفرض الجيد بأنه وثيق الصلة بالظاهرة المراد تفسيرها وكذلك متسقا مع الفروض السابقة ،وأن يكون قابلا للاختبار، وذا قوة تنبؤية، وبسيط (٣).وبالتالى يختلف الفرض "تفسير مؤقت للظاهرة" عن النموذج، فالنموذج صورة ذهنية للظاهرة تستخدم الحدود أو المصطلحات المألوفة لنا فى محاولة لتقريبه الظواهر العلمية المعقدة بشكل مبسط للإنسان العادى والطلاب المبتدئين،مثل استخدام العلماء للمجموعة الشمسية لتوضيح الذرة وتركيبها(٤).

أما القانون العلمى هو ثمرة البحث العلمى ،وهو الهدف المبتغى الذى ينشده كل باحث فى الطبيعة.ويعّرف القانون العلمى "بأنه صيغة مختصرة من الرموز والعلاقات التى يفترض أنها تعبر عن الظواهر الطبيعية والروابط القائمة بينها " . وقد أثار هذا التعريف مشكلتين الأولى معرفية والثانية منطقية، وكلتاهما تدور حول علاقة الإنسان بالطبيعة . أما بالنسبة للمشكلة المعرفية، فالقانون هو عبارة عن صيغة بما تدل عليه فى عالم الظواهر ، هل هى علاقة وصف، و بالتالى يكون هناك تطابق بينهما.ويكون القانون بهذا المعنى هو تقرير مختصر لما هو مشاهد من صور الاطراد المنتظم ،مثال ذلك القانون القائل "بأن كل المعادن تتمدد بالحرارة". أم هى علاقة تفسير، و بالتالى يكون القانون فى جانب منه على الأقل هو ابتكار ذهنى يتوقف على عبقرية العالم ، مثال ذلك قانون الجاذبية لنيوتن ، هذا القانون يتضمن ثلاثة مفاهيم

(١)د.سهام النويهى،نظرية المنهج العلمى، القاهرة ،دار البيان،١٩٩٥،ص٢١-٢٢.

(٢).د. ماهر عبد القادر ،فلسفة العلوم "المنطق الاستقرائى"،ج١،الإسكندرية،دار المعرفة الجامعية،١٩٩١،ص٦١.

(٣).د سهام النويهى، المرجع السابق ص ٣٣-٤٣.

(4).Mhtml:// F:\Scientific Theory orModel.mht.

غير تجريبية هى الجاذبية والقوة والكتلة ،وحينئذ لا يكون القانون مطابقا للواقع بل يمثل فهمنا نحن للواقع .بل يمثل فهمنا نحن للواقع .وإذا كان القانون الوصفى هو المعّبر عن رأى التجريبيين فإن القانون التفسيرى هو المعّبر عن رأى العقلانيين. غير أن هناك رأيا ثالثا يقول إن القانون هو صيغة من الرموز والعلاقات متفق أو مصطلح على معانيها ، تسترشد بالتجربة ولكنها لا تتقيد بها سيان معرفيا أو منطقيا ، وإنما يحكمها مبدأ الملائمة ،وهو مبدأ له معاييره مثل المرونة والخصوبة واتساع رقعة التفسير والأهم هو نجاح التنبؤات التى يقدمها ، دون زعم بأنه يمثل الواقع(١).

أما من الناحية المنطقية ، هل العلاقات التى يعبر عنها القانون ضرورية أم احتمالية؟ فإن كانت ضرورية كان القانون معبراً عن نظام الطبيعة المنبثق من ماهيات الأشياء وصفاتها الجوهرية وتلك هى العلاقات الداخلية بين الظواهر الطبيعية، وفى هذه الحالة يتصف القانون العلمى بالعمومية بحيث يسرى على المستقبل سريانه على الماضى والحاضر .وإن كانت علاقات احتمالية ، كان القانون معبرا عن معرفتنا نحن بالظواهر ،والمشروطة بأدواتنا الإدراكية "العقل والحواس" وظروف المعرفة وتلك هى العلاقات الخارجية(٢).

وإن التعريف المقدم للقانون العلمى ليس حالة خاصة من النظرية العلمية ،أو الامتداد التجريبى لها أو أن الفرق بينهما هو فى درجة العمومية فقط .وعلى العكس من ذلك ، هناك ثلاثة اختلافات جوهرية بينهما:ــ

<u>الأول</u>: أن الوحدات الأساسية التى يبنى بها القانون العلمى قوامها مفاهيم تجريبية مستمدة من مباشرة من المشاهدة ، مثال ذلك قانون جاليليو عن سقوط الأجسام وقانون بويل للغازات.بينما تبنى النظرية العلمية ــ جزئيا ــ بمفاهيم إبداعية غير تجريبية ، يستوحيها العالم من خياله، هذه المفاهيم وظيفتها تفسير منظومة من القوانين التجريبية الصادقة. مثال ذلك ، مفهوم الجاذبية عند نيوتن ومفاهيم الطاقة والموجة و الكوانتم التى بُنيت بها نظرية ميكانيكا الكم ،وكذلك مفهوم المتصل المكانى ــ الزمانى الذى قامت عليه نظرية النسبية و هذا يعنى أن القانون العلمى أسبق من النظرية العلمية ابستمولوجيا لأن مفاهيمه تجريبية و معرفة إجرائيا

(١) د. بدوى عبد الفتاح، فلسفة العلوم، مرجع سبق ذكره ص ٢٧٧-٢٧٩.

(٢) المرجع السابق ص ٢٧٩-٢٨٠.

فالقانون يتعامل مع الطبيعة مباشرة أما النظرية فتتعامل مع الطبيعة من خلال القوانين .أما الاختلاف

الثاني: فيتعلق بقيمة صدق كل منهما أو ما يعرف بنظرية المعنى .فالقانون يمثل قضية تجريبية كلية يمكن أن توصف بالصدق أو بالكذب أما النظرية فلا معنى لها بذاتها ولا تكتسب قيمة صدقها إلا من خلال محتواها من القوانين .لذلك من الممكن أن تتعدد النظريات التى تفسر نفس المنظومة الواحدة من القوانين والمثال على ذلك هو النظرية الجسيمية للضوء فى مقابل النظرية الموجية للضوء. بينما تظل القوانين محتفظة بقيمتها من الصدق، وفى المقابل فإن النظرية كنسق استدلالي خالص أو بنية منطقية ، تقف عند حدود الاتساق المنطقى فحسب فالقانون يكتب بلغة تجريبية مباشرة تشير إلى وقائع فعلية بينما تكتب النظرية بلغة رياضية مجردة. أما الاختلاف

الثالث: فهو أن كل مجموعة القوانين الداخلة فى نطاق نظرية ما،ليست مستقلة ابستمولوجيا عن النظرية فحسب،بل وكذلك عن بعضها البعض ، أى أن كل قانون له قيمة صدق مستقل ، فى حين يترابط البناء المنطقى للنظرية، سيان كبديهيات أو مصادرات أو قضايا باعتباره وحدة منطقية واحدة .ولذلك، فالنظرية إما أو تقبل ككل أن ترفض .أضف إلى ذلك أن النظرية بطبيعة الحال لابد أن تكون أشد تجريدا وأمعن فى الصورية من القانون العلمى. فإذا تصورنا أن هناك تدرجا فى النسق الذى يشمل النظرية مع القوانين التى تفسرها، فإن النظرية بمفاهيمها التجريدية وصيغها الرمزية تأتى فى المقدمة ، بينما تقع القوانين أو القضايا التجريبية فى الطرف السفلى القريب من الواقع (١).

وبالنظر إلى تعريف القانون نجد أنه يختلف عن النموذج فهل النموذج هو النظرية ؟ فما هى النظرية؟

النموذج والنظرية العلمية

يقصد بالنظرية جملة تصورات مؤلفة تأليفا عقليا ،تهدف إلى ربط النتائج بالمقدمات، وهى بمثابة فرض علمى يمثل الحالة الراهنة للعلم و يشير إلى النتيجة التى تنتهى عندها جهود

(١).المرجع السابق ص ٢٧٧-٢٧٨.

العلماء أجمعين فى حقبة معينة من الزمان ، ويربط عدة قوانين بعضها ببعض ويردها إلى مبدأ واحد يمكن أن نستنبط منه حتما أحكاما وقواعد مثل نظرية الذرة(١).

وتعرف النظرية أيضا بأنها " نشاط إبداعى ومنطقى موجّه لفهم أو تفسير صور الارتباط المنطقى بين مجموعة من القوانين الاستقرائية الصادقة ،الخاصة بمجال ما من مجالات الطبيعة .وذلك عن طريق ربطها معا بمنظومة من المفاهيم النظرية المبتكرة ،على نحو يوسع من دائرة التعميم .ويجعل فى المستطاع استنباط قوانين جديدة بطريقة رياضية"

وبهذا المعنى تكون النظرية بالنسبة للنشاط التجريبى ،هى خطة العمل ،وهى الشروط والهدف الذى نرجوه منه. ولنضرب مثلا على ذلك بنظرية نيوتن فى الجاذبية ،أول شىء ، لم يبدأ نيوتن من المشاهدة والتجارب .فهو عالم فيزيائى نظرى يتعامل مع الطبيعة بالورقة والقلم .ولذلك لم تكن المعطيات التجريبية،هى نقطة بدايته،بل القوانين الاستقرائية الصادقة عند العلماء السابقين عليه فى نفس المجال أمثال كبلر وجاليليو. وكان هدفه هو فهمها،أى تفسيرها بردها إلى أقل عدد من المفاهيم النظرية الإبداعية .والآن يمكننا أن نتصور أن نيوتن وضع كل هذه القوانين الخاصة بالحركة أمامه .ثم نتساءل هل يمكن ابتكار مفهوم نظرى خالص غير مسبق من التجربة،بحيث يربط ويفسر كل هذه القوانين بعلاقات رياضية ،قدم لنا تفسيرا مقبولا وضمها فى نظرية واحدة.وكان هذا المفهوم الذى أسست عليه ميكانيكا نيوتن هو مفهوم الجاذبية Gravitation،وصاغ نظريته كالتالى:"كل جسم يجذب جسما أخر بقوة تتناسب طرديا مع حاصل ضرب الكتلتين وعكسيا مع مربع المسافة بينهما ".وحينئذ لن يمكن استنباط كل القوانين السابقة من نظرية منها أيضا قوانين جديدة لم تكن نعرفها من قبل مثل قانون المد و الجزر.وهكذا نستطيع أن نعّرف النظرية العلمية كما يقول كامبل بأنها بناء منطقى يستعين بمبدأ أو عدد من المبادئ النظرية غير المشتقة من التجربة ،تعرف بالمفاهيم النظرية فى تفسير عدد من القوانين التجريبية التى توصلنا إليها بطريق الاستقراء(٢).

وتتكون أى نظرية من مجموعة من القضايا التى قسمت إلى مجموعتين،تتألف المجموعة الأولى من العبارات عن مجموعة من الأفكار المميزة للنظرية ويطلق عليه "الفرض"، وتتألف

(١)د.محمد فتحى، معجم مصطلحات المنطق وفلسفة العلوم، ط ١، الإسكندرية، دار الوفاء،٢٠٠٣،ص٣٢٧.

(٢) د.بدوى عبد الفتاح،ص ١٧٩-١٨١.

المجموعة الثانية من عبارات عن العلاقة بين هذه الأفكار الأخرى ذات طبيعة مختلفة وأطلق عليها "القاموس أو المعجم"(١).

=مكونات أو بنية النظرية:

تتكون النظرية كما يرى ارنست ناجل E., Nagel (١٩٠١- ؟) من ثلاث مكونات وهى:

-حساب مجرد الذى يمثل الهيكل المنطقى للنسق التأويلى أو التفسيرى والتى تتحدد على نحوضمنى بالأفكار الأساسية للنسق.

- مجموعة من القواعد التى تعرف بقواعد التطابق التى تحدد المضمون التجريبى للحساب المجرد من خلال ربطه بالأشياء العينية فى الملاحظة والتجربة.

- التفسير أوالنموذج للحساب المجرد المجهز بالبنية التخطيطية أو الهيكلية ببعض المواد التصورية الواضحة والمألوفة(٢).

وتتكون النظرية الفيزيائية عند دوهيم p., Duhem من:

-نسق من البديهيات يقرر العلاقات بين حدود معينة.

-مجموعة من القواعد التى تربط بين بعض حدود النسق لبديهى بالمقادير التى تقرر بصورة تجريبية.

-نموذج يربط بالنسق البديهى المفسر أو المترجم إلى لغة الواقع(٣).

وتتكون النظرية عند مارى هيس من خمس مكونات وهى :

-الحساب الصورى

(1) Campbell,Norman,R.,"The Structure of Theories "In Readings In The Philosophy of Science ,Appleton –century –Crofts,Inc.New York,p.,290.
(2) Suppe ,Frederick ,The Structure Of Scientific Theories , University Of Illinois Press,London second edition ,1977, P.,96.
(3) (3)Duhem,Pierre, The Aim And Structure Of Physical Theory , tr., by Philip p.,Wiener, Princeton un press, New Jersey ,1954, p.,93.

وانظر كذلك مشهد سعدى العلاف، ص

-التفسير المطلوب لهذا الحساب الذى يسمى بالنظرية مع الإشارة إلى ما هو غير قابلا للملاحظة.

-قواعد التطابق

- القوانين التجريبية والمستنبطة من الحساب الصورى وقواعد التطابق

-تفسير أخر للحساب الصورى بصورة نموذج أو نماذج و المختلفة عن التفسير السابق(١).

فالنظرية العلمية أذن هى نسق استنباطى،يقف على قمته فروض أولية معينة وعند قاعدته تقوم التعميمات التجريبية القابلة للاختبار.وتتضح البنية المنطقية الاستنباطية للنظرية العلمية حينما تأخذ صورة النسق الصورى البديهى أو صورة الحساب المنطقى الذى يتكون من متوالية من الصيغ تبدأ بالبديهيات وينتهى بالمبرهنات.وتعود أهمية هذا الحساب المنطقى فى أنه يوجّه الذهن للبنية المنطقية الخالصة وعملية استخلاص النتائج بطريقة آلية بمجرد تطبيق قواعد الاستنباط .ويفيد كذلك فى وضوح العملية الاستنباطية نفسها ، لأنها تفيد مبادئها بالقواعد الرمزية .علاوة على ذلك ، فعرض النظرية على هيئة حساب منطقى يحدد بدقة الدور الذى تقوم به الرياضيات فى النظرية العلمية ،الأمر الذى يحسم كثيرا من الإشكاليات المرتبطة باختلاط المفاهيم الفيزيائية بالحدود الرياضية ولكى يتحقق ذلك بشكل كامل،لابد أن يعقب هذا الحساب المنطقى ترجمة تجريبية لرموزه،وحينما تكتسب الرموز معنى تجريبيا،وتتحول النظرية من بناء ذهنى منطقى إلى بناء تطبيقى منطقى نستطيع أن نعرف أين تنتهى الرياضيات وأين تبدأ الفيزياء.أذن النظرية العلمية تتكلم بلغتين مختلفتين،هى اللغة النظرية للمقدمات الرمزية و التى تشير غالبا إلى كائنات افتراضية،ثم اللغة التجريبية للنتائج أو– والمعنى واحد – للقوانين الاستقرائية.والانتقال من إحدى اللغتين إلى الأخرى يتطلب ما يعرف بقواعد التطابق.ووظيفة هذه القواعد تحديد الشكل أوالنموذج المناسب للانتقال بين اللغتين أى أن يكون قنطرة من أسفل إلى أعلى فى اتجاه التفسير ومن أعلى إلى أسفل فى اتجاه التنبؤ (٢).

(2)Hesse M., "Laws And Theories" In Encyclopedia Of Philosophy ,vol., 4 op., cit., p406.

(2) بدوى عبد الفتاح، ص ١٨٢-١٨٣.

وبهذا المعنى،يعتبر النموذج هو الوسيط الذى ينتقل بالنظرية من حيث هى حساب منطقى أو هيكل صورى من الرموز والعلاقات،وإلى النظرية كنسق له معنى تجريبى ولكى يحقق هذا الوسيط الهدف المرجو منه لابد أن يحمل خصائص الطرفين الذى يتوسط بينهما بمعنى أن يكون للنموذج نفس البنية المنطقية التى للحساب الصورى وفى نفس الوقت تكون لمفاهيمه قيما كمية فيزيائية تمكنه من الالتحام بالتجربة.وهذا يعنى أن للنموذج ماهو إلا النظرية ذاتها ولكن فى صورة قابلة للتصور الحسى(١).

ويمكننا القول أن دور النموذج بالنسبة للنظرية هو نفس دوره فى الحياة ، فهو يقوم بترجمة التجريدات التى يصعب فهمها إلى أشياء واقعية،فنحن "تعبر عن الموضوعات الذرية برموز رياضية،ولكننا لا نستطيع أن نفهمها إلا على هيئة نموذج،وليكن على هيئة كرات البلياردو.والنموذج كوسيط بين النظرية والواقع التجريبى ،له أكثر من وظيفة فهو :أولا يثرى النظرية بالمعرفة الجديدة ، بمعنى أنه يكسبها قوة تفسيرية واسعة تجلعها تخرج عن النطاق الضيق لمجموعة القوانين التى بدأت بها ن فالنموذج الجزئيى للغازات عاى سبيل المثال ،أوحى للعلماء بعدد من القوانين الجديدة عن العلاقات الديناميكية للغازات ن غير أن اتساع نطاق التفسير والتنبؤ لا يؤدى إلى الإثراء فحسب ،ولكن الأهم هو التحقق ، وهذه هى الوظيفة الثانية للنموذج بمعنى أن النظرية كهيكل صورى لا تصلح للتحقق ، وإنما النموذج هو الذى يحدد طريقة اختبارها،بل وعند أى نقطة نظرية بالتحديد،ينبغى أن تقام كبارى الاتصال بين النظرية و التجربة.وقيام النموذج بهاتين الوظيفتين يعتمد على علاقة خاصة للتقريب بين النظرية كبنية صورية وبين القوانين التجريبية،هذه العلاقة هى علاقة التماثل.والتماثل الذى يكشف عنه النموذج ليس مجرد عامل مساعد مؤقت ينتهى مفعوله بالانتهاء من بناء النظرية،بل يظل مرتبطا بها لدرجة أن النظرية لا تستحق اسمها بدونه(٢).

وبهذا يكون مجموعة القضايا التى لها نفس الصورة الشكلية المنطقية لنظرية ما مبنية بناءً بديهياً، نموذجا للنظرية وإذا ما تساوت مجموعتان من القضايا فى مشابهتهما الشكلية للنظرية فتكون كلا منهما نموذجا للنظرية ولكن يجب تفضيل إحداهما على الأخرى ، وأن

(١) المرجع السابق ص ١٨٣-١٨٤. وكذلك Achinstein P; Models.....op., cit., p.338

(٢)د. بدوى عبد الفتاح، ص ١٨٤-١٨٥.

النموذج الأفضل بالنسبة للعلماء هو الذى يكون مألوفا أكثر من الأخر وأكثر بساطة ، ذلك لأن النظرية تقوم بتفسير ما هو جديد وغير مألوف من الظواهر بواسطة رده إلى ما هو مألوف لنا سابقا،وبهذا يكون النموذج أداة تقريبية لأنه يقدم تقريبات لما هو مألوف وتكون هذه الأداة مفيدة لغرض التفسير وهى مفيدة كذلك فى مجال التنظير العلمى وصياغة النظرية بواسطه ولهذا اعتبره كامبل جزءا أساسيا من النظريات ، أما دوهيم فقد اعتبره وسيلة مساعدة فى صياغة النظرية وفى الحل(١).وفى العديد من المناقشات العلمية والفلسفية عن أدوار النماذج فى العلم نُوقشت عدد من المسائل المتميزة منها:

-يتفق كل المشاركين فى هذه المناقشات على وجود بعض المماثلة بين النموذج المستخدم فى العلوم سواء كان ميكانيكيا أو لا والظاهرة المستخدم لتفسيرها وكان الاهتمام الأول كيف يمثل النموذج وخصوصا الميكانيكى الواقع.ولذا افترض اختشتاين تراتب للنماذج بناءً على إحالاتها الانطولوجية.فمن ناحية لدينا النماذج المفترضة لتزودنا بالآليات الممكنة لكيفية عمل الأنساق الطبيعية.بينما من ناحية أخرى، نحدد الادعاءات بأن يكون العالم الواقعى مثل المكونات و الموجودات والديناميكية فى النموذج . وفى الحالة الأخيرة يصل اختيار النموذج إلى الإحالة الميتافيزيقية فيما يتعلق بمحتويات الكون ،أى الأشياء والعلاقات التى توجد فى الواقع.وتكمن الرابط بين استخدامات فلسفة الرياضيات والعلمية للنماذج فى فكرة التأويل.ففى العلوم استخدمت النماذج أحيانا كأدوات لإعطاء النظريات المعقدة وبالغة الصعوبة معنى،ولتساعد العلماء على مواصلة البحث العلمى.وتستخدم نماذج فلسفة الرياضيات فى تأويل الأنساق الصورية(٢).

وتعلقت المشكلة الفلسفية المسماه "بالفكرة المتلقاه أو المستلمة" **recevived view** من بنية النظريات العلمية بمعنى اللغة النظرية ، حيث اعترف التجريبيون المناطقة بأن اللغة الصورية أو النظرية لم يكن لها معنى ،عموما، بالارتباطات الدلالية أو السيمانطقية باللغة الملاحظة أو العادية . حيث تحصل الحدود أو الألفاظ النظرية على معناها من خلال علاقاتها بالحدود الأخرى فى الحساب . ولقد استعارت التجريبية المنطقية هذه الفكرة من دراسة

(١)مشهد سعدى ، ص ٦٢.

(2)Lloyd E.,A.,"Models" op., cit., pp.,444,5.

سيمانطيقا اللغات الصورية وطبقتها على بناء النظريات . ويكون النموذج السيمانطيقى Semantic model بنية الموضوعات والخواص والعلاقات التى تفى بقضايا الحساب(١). وفى مقاله فى دائرة المعارف الدولية للعلم الموحد The International Encyclopedia of Unified Science ،ناقش كارناب الدور النفسى المزعوم purported psychological role للنماذج فى فهم النظريات العلمية ويذكر النسبية والكوانتم و يرى أن الموقف فى فيزياء القرن العشرين اختلف تماما عن فيزياء القرن التاسع عشر حيث سعت إلى الفهم الحدسى intuitive understanding خلال بناء النماذج الميكانيكية . ويؤكد كارناب على أن ليس للنموذج أكثر من قيمة جمالية أو تعليمية أو على الأفضل موجه للحل، ولكن لم يكن على الإطلاق جوهريا فى التطبيق الناجح للنظرية الفيزيائية . ويرى أنه لكى تطبق النظرية على الطبيعة يكون من الكافى تفسير الحدود الأولية للنظرية(٢). وفى سنوات الخمسينيات عمل التجريبيون المناطقة من أمثال براثوايت وهمبل وبروديبك وأخرون على مناقشة الدور الذى يلعبه النموذج فى العلم وكل أرائهم تدور فى نفس آراء كارناب فى نطاق النماذج الدلالية.وقد عارض كل من ناجل وهيس وهارّى Harre وجهة نظر التجريبيون المناطقة،بأن تفسير النظريات لم يقتصر على النماذج الدلالية ولكن أيضا على النماذج الإيقونية(٣)،وهى النماذج التى تصور أو تماثل الأصل،وتكون الإيقونات مختلفة عن الرموز فى علاقاتها بالأشياء التى تمثلها،فلقد ارتبطت الرموز بالأصل بالاتفاق على نحو خالص ، وتحمل الايقونة بعض التشابة أو المماثلة للأشياء التى تصورها لنا وقال بيرس أيضا بهذه النماذج الايقونية(٤).

والخلاصة،أن استخدم النموذج بالنسبة للنظرية العلمية،وبالرغم من أهميته المطلقة، ينطوى على مخاطر ميتافيزيقية ينبغى وضعها فى الحسبان.وهى على أى الأحوال جزء من وظيفة فلسفة العلم،فالتماثل البنيوى بين النموذج والنظرية من ناحية ، مع بريق النجاح فى التنبؤات التى قد يحققها النموذج أحيانا،جعل الكثيرين من الفلاسفة والعلماء يقعون فى شرك الخلط بين ماهو صورى أو ذهنى من المفاهيم،وما هو واقعى تجريبى . وبدأت تتردد فى

(1)Abrantes ,Paulo," Models And Dynamics Of Theories" Philosophos ,9(2):Jul.,/dez.2004,p229.

(2)Ibid., p.230.

(3)Ibid .,pp232-4.

(4)Lloyd,E.,A., "Models" op., cit., p.,443.

الأوساط العلمية والدوائر الفلسفية المتصلة بها،أقوال عن وجود عالمين مختلفين ،لا ندرى أيهما هو الحقيقى وأيهما هو التفسير. وبعبارة أخرى ،هل المنضدة مصنوعة حقيقة من الخشب ، أم هى ذرات والكترونات ، وسارع عدد من فلاسفة العلم بتصحيح هذا المسار الفكرى الخاطىء ،مؤكدين أن العالم الحقيقى واحد ،وهو عالم التجربة والمشاهدة ،وما عدا ذلك فهى تفسيرات نظرية هدفها الفهم ويمكن أن تتغير من عصر لأخر(١).

النماذج فى فلسفة المنطق وفلسفة الرياضيات:

ففى فلسفة الرياضيات وفلسفة المنطق دراسة أوجه الأنساق الصورية ، ويكون النموذج البنية التى تجعل كل القضايا أو الجمل فى النظرية صادقة،حيث تكون النظرية مجموعة من القضايا أوالجمل فى لغة ما. واستخدم النموذج فى فلسفة الرياضيات بطرق متعددة، أكثرها عمومية،يكون النموذج نوعا خاصا من التأويل ، حيث يكمن تأويل النظرية فى كل من تحديد ورسم الحدود فى النظرية للموضوعات أو لبنية ما التى تتألف من موضوعات ووعلاقاتها بالموضوعات الأخرى.وبشكل أكثر تحديد ، يحدد تأويل أوتفسير لغة ما :

١-عالم المقال universe of discourse ، مثلا سلسلة من أى متغيرات الموجودة فى أى قضية و جملة.

٢- تحديد الدلالة، الحامل،الإشارة لكل اسم فى اللغة.

٣- الوظيفة،التى تحدد قيمة فى عالم المقال لأى سلسلة من الحجج فى عالم المقال ، فكل رمز وظيفة فى اللغة.

٤- تحديد قيمة صدق لكل مكون فى القضية أوالجملة من هذه اللغة.

فى هذه الحالات عُرف النموذج بأنه هذه التأويلات أو التفسيرات التى فيها تكون كل قضايا أو جمل فى النظرية صادقة(٢).

وقد أثير العديد من التساؤلات حول العلاقات بين النظريات العلمية ــ عندما فهمت على أنها

(١) بدوى عبد الفتاح ، ص ١٨٧-١٨٨.

(2)Ibid., pp., 443,4.

النماذج ــ والعالم الواقعى ، فمثلا يكون من الممكن أن توجد العلاقات أو الكيانات التى تظهر فى النماذج التى لا تتطابق مع العالم الواقعى .وعلى نحو خيارى أو بديل صورت الآليات فى النموذج المفترض لتمثيل كيفية عمله فى العالم الواقعى،وفُسر النموذج على أنه تقريب AN APPROXIMATION لأنساق العالم الواقعى،أو يجعله مثالياً،المتضمنة الآليات التى لم نلاحظها على نحو مباشر.وركز الجدل بين الفلاسفة الفلاسفة حول الواقعية العلمية،و اللاواقعية على مسائل مثل ما أنواع الاستدلال الضرورية،أو المبررة،بالتطبيق الناجح للنموذج العلمى على العالم.ويختلف التفسير عن النموذج،فالتفسير عملية إقران أفراد بمتغيرات الموضوعات،وإقران صفات بمتغيرات المحمولات بحيث نحصل فى الأخير على قضايا تحتمل الصدق أو الكذب.وفى حالة تفسير الشكل المنطقى والحصول على قضية ،نقول أن لهذا الشكل نموذجا لغويا. ولتوضيح ذلك نأخذ الصيغة الآتية :ــ

"أ مقولة على كل ب"ولتفسير هذه الصيغة يجب أن نقرن بمتغير الموضوع "ب" أفراداً،وبمتغير المحمول "أ" صفة،فيكون لدينا القضية "كل عراقى آسيوى ".فإذا كان التفسير مطابقا للواقع قلنا أن هذه الصيغة نموذجا .وبعبارة أخرى،يكون التفسير نموذجا إذا كان مطابقا للواقع .أما إذا لم يكن التفسير مطابقا للواقع بحيث نحصل من وراء ذلك على قضية كاذبة فإننا سنقول عندئذ أن هذا التفسير لا يكون نموذجا.وعلى هذا الأساس يكون التفسير نموذجا إذا كانت القضية الناتجة صادقة.ومن هذا التحليل نستنتج أن تفسير صيغة منطقية ما يكون باحتمالين: إما أن تكون القضية بعد التفسير صادقة أوكاذبة، بينما يكون التفسير نموذجا إذا كانت القضية صادقة فقط،وليس نموذجا إذا كانت القضية كاذبة(١).

وعلى أية حال،للنماذج قيمة نفسية بالنسبة للعلماء،حيث تقدم لهم النماذج الوسائل الموجّة أو المساعدة على الحل وجعل العلماء يتصورون الأنساق المعقدة جدا وتساعد على تبسيط الاستدلالات لهذه الأنساق(٢).

والنموذج فى فلسفة المنطق له معنيان، الأول المصطلح الذى يشير أما إلى مهام الحدود فى

(1)Ibid., P.,445.

(٢)د.ياسين خليل،نظرية أرسطو المنطقية،ط١،الإسكندرية،دار الوفاء للطباعة،٢٠٠٦،ص١٦٢.

النظرية بالنسبة للموضوعات "التأويل أو التفسير" أو إلى الموضوعات ذاتها "البنيات" (١).

علاقة النموذج بالواقع:-

تتضح علاقة النموذج بالواقع من خلال الإشارة **reference** أو الدلالة **denotation** مثلما تفعل كثير من مفردات أو مكونات اللغة حينما تشير أو تدل على الأشياء فى الواقع ،فالنموذج يثبت ببساطة الرابط الإشارى بالعالم **referential link** ، حيث يمتلك نسق داخلى من قواعد التحويل **internal system of transformation rules** التى تسمح لنا باشتقاق النتائج التى تطبق على العالم الواقعى ، ومن أمثلة هذه العلاقة ، العلاقة بين نماذج جاليليو الهندسية وحركات الموضوعات على سطح الأرض تكون دلالية ، حيث أن الزاوية القائمة للشكل الهندسى أُستخدمت للإشارة إلى أو للدلالة على الفواصل الزمنية للظاهرة الحركية المجردة **kinematic phenomenon** فى العالم الواقعى. ولتفسير علاقة النماذج بالواقع أستخدم الوصف المماثل **analogical account** ،حيث فُسرت العلاقة بين النموذج والعالم الواقعى باللجوء إلى المماثلات أو التشابهات بينهما(٢).

وربما يبدو للبعض أن النموذج أو العلم الممنذج لا يهتم بالواقع ، ولا يسعى لإنتاج معرفة بشأن الواقع فى كليته ، إذ أن الفرضية الفينومنولوجية للنمذجة تفيد أن الملاحظ المبتكر أو منتج النماذج لا يعكس إلا واقعه، أى رؤيته للواقع ،وكأن النموذج إنما يبنى واقعه ، وفق هذا التحديد لا تكون النمذجة إلا إختزالية(٣).

(1) Odenbaugh, Jay "Models" op, cit p., 8.

(2)Gamboa, Steven ," In Defense Of Analaogical Reasoning", in Informal Logic, vol., 28, No.,3 2008.p.,229-230.

(٣)أحمد الملولى ،ص ٢٧.

خاتمة:

أن مفهوم النموذج من المفاهيم الهامة فى العديد من فروع المعرفة "المنطق، الرياضيات،العلم الطبيعى، البيولوجيا، الاقتصاد،الاجتماع ...الخ"،حيث تفترض ابستمولوجيا النمذجة تصورا مغايرا للمعرفة وشروطها ومعاييرها بوصفها تمثلا،عما كانت عليه الوضعية المنطقية،فابستمولوجيا الوضعية ترى تحويل كل شيء إلى حساب.تقوم النمذجة على رؤية نسقية الأحداث والظواهر والنظم ،فكل الظواهر سواء كانت طبيعية أو إنسانية ، نظام من العلاقات والقوانين التى يمكن تمثلها ودراستها ، فتكون النمذجة وفق ذلك التمثل الذهنى المميز للعلم والمتمثل فى تحديد المفاهيم التى تمثل الظاهرة والعلاقات التى تربط بينها والقوانين التى تحكمها .وأن الظواهر العلمية ظواهر منشأة ،والتمييز تبعا لذلك بين مادة المعرفة وموضوع المعرفة ، يمكن القول بأن العلم لا يفكر ألا من خلال ما ينتجه من نماذج .وتتكشف أهمية النماذج فى العلم بصفة خاصة حينما يتعلق الأمر بدراسة ظواهر لا متناهية فى التعقيد ،يكاد يستحيل التعامل التعامل معها بشكل مباشر ،مما يقتضى مقارنتها من خلال ما يبنيه الذهن من نماذج تكون تمثيلا وتصورا لها. فالنموذج العلمى بهذا المعنى هو إحلال "اللامرئى البسيط محل المرئى المعقد"، وهو ما يكشف عن دوره العرفانى والإجرائى فى ذات الوقت "ففى غياب نموذج ذى دقة متناهية يمسى الفكر ذاته فاقدا للدقة وتكون النتائج المستنبطة ملتبسة"(١).

(١) أحمد الملولى،ص٩.

المراجع

أولا المراجع باللغة العربية:

(١) ابن منظور، لسان العرب،تحقيق عبدالله على الكبير وآخرون،المجلد السادس،ج٤٧، القاهرة،دارالمعارف ،بدون تاريخ نشر.

(٢) أبو العلا عفيفى ،المنطق التوجيهى، القاهرة، المطبعة الأميرية،ط٧، ١٩٤٨.

(٣) أحمد سليم سعيدان، مقدمة لتاريخ الفكر العلمى فى الإسلام، عالم المعرفة (١٣١)،الكويت،المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب،١٩٨٨.

(٤) أحمد الملولى ،العلم بين الحقيقة والنمذجة "المنزلة الابستمولوجية للنمذجة" بنزرت ، المركز الجهوى للتربية والتكوين ،٢٠٠٨.

(٥) إدوارد جاكسون ،فى خصوص المنطق والبديهيات والنظريات و المفارقات و البرهان، ترجمة أحمد رضا،القاهرة، ديوجين مصباح الفكر" العدد٥٩، السنة ١٦، القاهرة، مركز مطبوعات اليونسكو يناير ١٩٨٣.

(٦) الفرد تارسكى،مقدمة للمنطق ولمنهج البحث فى العلوم الاستدلالية، ترجمة عزمى إسلام ، القاهرة الهيئة العامة للتأليف والنشر،١٩٧٠.

(٧) باتريك هيلى،صور المعرفة،ترجمة نور الدين شيخ عبيد،بيروت،مركز دراسات الوحدة العربية، ط الأولى،٢٠٠٨.

(٨) د.بدوى عبد الفتاح محمد، فلسفة العلوم، القاهرة،دار قباء للطباعة والنشر،٢٠٠٠.

(٩) بلاجوفست سندوف، بعض مبادئ لصياغة النماذج الرياضية،ترجمة إبراهيم البرلسى، مجلة ديوجين مصباح الفكر" العدد٥٩، السنة ،١٦القاهرة، مركز مطبوعات اليونسكو١٩٨٣.

(١٠) توماس كون، بنية الثورات العلمية، ترجمة شوقى جلال ،سلسلة عالم المعرفة،العدد١٦٨،الكويت،ديسمبر،١٩٩٢.

(١١) جورج ماركس وأيثرتون،النماذج فى تدريس العلوم ،ترجمة أمين محمود الشريف، مجلة العلم والمجتمع ،العدد" ٤٦" السنة"١٢" مطبوعات اليونسكو، مارس ١٩٨٢.

(١٢) حسن حسين شكرى"مترجم" ، النماذج العملية وسيلة للنهوض بالتنمية الريفية ، مجلة العلم و المجتمع ، السنة "١٢" مطبوعات اليونسكو ،مارس ١٩٨٢.

(١٣)د. حسن عبد الحميد،دراسات فى الابستمولوجيا، القاهرة ،المطبعة الفنية الحديثة،١٩٩٢.

(١٤)رولاند فيشر،الخ نموذج الروح وصانع نموذجه ،ترجمة أحمد رضا محمد رضا ،مجلة ديوجين"مصباح الفكر" العدد٥٩، السنة ١٦،مركز مطبوعات اليونسكو، يناير ١٩٨٣.

(١٥) سالم يفوت ،فلسفة العلم المعاصرة ومفهومها للواقع ،بيروت، دار الطليعة للطباعة والنشر،ط الأولى،١٩٨٦.

(١٦) د.سهام النويهى،نظرية المنهج العلمى، القاهرة ،دار البيان،١٩٩٥.

(١٧) عز الدين غازى،الأنموذج الاستدلالى من الحساب الصورى إلى البرهانى إلى الخطاب الحجاجى الطبيعى، MHTML:FILE://F:\،٢٠٠٩.

(١٨) م.روزنتال وب.بودين، الموسوعة الفلسفية ،ترجمة سمير كرم ،ط٧،بيروت،دار الطليعة، ١٩٩٧.

(١٩) مارى هيس، دور النماذج فى النظرية العلمية، ترجمة نجيب الحصادى، ضمن كتاب"إشكاليات فلسفية فى العلم الطبيعى "ليبيا المكتب الوطنى للبحث وبدون تاريخ نشر.

(٢٠)د.ماهر عبد القادر ،فلسفة العلوم "المنطق الاستقرائى"،ج١،الإسكندرية،دار المعرفة الجامعية،١٩٩١.

(٢١) د.محمد فتحى، معجم مصطلحات المنطق وفلسفة العلوم، ط ١،الإسكندرية، دار الوفاء،٢٠٠٣.

(٢٢) د. محمد مهران، مقدمة فى المنطق الرمزى، القاهرة،دار قباء ،٢٠٠٤.

(٢٣) مرافىء،مفهوم النمذجة ، مجلة العرب الاسبوعى، لندن، ابريل،٢٠٠٩.

(٢٤) مشهد سعدى العلاف،بنية النظرية العلمية،ط١، الأردن، دار عمار، ١٩٩١.

(٢٥)نادر فرجانى،استخدام الأساليب الرياضية والإحصائية فى العلوم الإنسانية،عالم الفكر،المجلد الرابع،العدد الرابع، ١٩٧٤.

(٢٦) د.ناهد صالح،الرياضيات والنظرية الاجتماعية،القاهرة،عالم الفكر،المجلدالرابع،العدد الرابع، ١٩٧٠.

(٢٧) نيكولاى م.آموسوف،صنع نموذج للعقل البشرى،ترجمة عمرمكاوى،مجلةالعلم والمجتمع،العدد ٣١،السنةالثامنة،القاهرة، مطبوعات اليونسكو يونيو/اغسطس١٩٧٨.

(٢٨) د.ياسين خليل،نظرية أرسطو المنطقية،ط١،الإسكندرية،دار الوفاء للطباعة،٢٠٠٦.

ثانيا المراجع الأجنبية:-

(1)Abrantes ,Paulo," Models And Dynamics Of Theories" Philosophos ,9(2): Jul.,/dez.2004,.

(2)Achinstein, Peter," ModeLs, Analogies, And Theories"In PhiLosophy Of Science, October NO.,4.,Vol.31,1964.

(3)Adamowicz,Zofia&Zbierski,Pawel,LogicofMathematics,John iley&Sons, Inc. New York,1997,p.,47.

(4)Blackburn, Simon,The Oxford Dictionary of Philosophy ,Oxford University Press, Oxford 1994 , p.246.

(5)Campbell,Norman,R.,"The Structure of Theories "In Readings In The Philosophy of Science ,Appleton –century –Crofts,Inc.New York,

(6) Chang C.C. &Keisler H., Model Theory,Elseviver Science Publishing Co. Inc. Amsterdam, Third Edition ,1990.

(7)Concise Routledge Encyclopedia of Philosophy ,Routledge, London&NewYork,2000.

(8)Duhem,Pierre, The Aim And Structure Of Physical Theory , tr., by Philip p.,Wiener, Princeton un press, New Jersey ,1954.

(9)Gamboa, Steven ," In Defense Of Analaogical Reasoning", in Informal Logic, vol., 28, No.,3 2008.

(10)George, Weaver,"Model Theory"In Companion Encycopedia of The History and Philosophy of The Mathematical Sciences,vol.,1,ed by Grattan-Guinness,Routledge Inc. NewYork,1994.

(11)Henkin, Leon, "Systems ,Formal andModels of Formal Systems" In the Ecyclopedia of philosophy, Vol., 8. ed.,Paul Edwards, Macmillan Publishing Co.,New York, 1972.

(12) Hesse, Mary, "Models, and Analogy In Scinence" in Encycolpedia of philosophy ,vol., 5,Macmillan Publishing Co.,Inc, The Free Press, New York, 1972.

(13)Hesse M., "Laws And Theories" In Encyclopedia Of Philosophy ,vol., 4 Macmillan Publishing Co.,Inc, The Free Press, New York, 1972.

(14) Hintikka ,jaakko, Analyses of Aristotle, Hingham ,M. AUSA:Kluwer Academic Publisers,2004.

(15)Hodges ,Wilfred, "Model Theory"In Rutledge Encyclopedia of Philosophy ed.,by Edward Craig vol .,6 ,Rutledge, London& New York ,1998.

(16) Khan,Haider,A.,On Paradigms, Theoies and Models,university of Denver,June 2002.

(17)Kockelmans ,J.,J., ed,Philosophy of science , The Free Press, Coller-Macmillan,Limited London, 1962.

(18) Lacey, A., R., A Dictionary of Philosophy, Routlegdge& Kegan Paul, London, 1997.

(19)Lloyd,Elisabeth,A., "Models" In Routledge Encyclopedia of Philosophy ,ed.,by Edward Craig, Routledge London ,vol.,6,1998.

(20)Mill, J.,S.,"Of Analogy"In Meaning and Knowledge Systematic Readings In Epistemology,ed by,E.Nagel&R.,B., Brandt, Brace&World,Inc,New York,1965.

(21) Odenbaugh, Jay, Models , Lewis & Clark College ,2008.

(22)Quine W.,V., Philosophy of Logic, Prentice – Hall, INC. U.S.A.,1970.

(23) Rosenblueth, Q., & Weiner, N., "The Role Of Models In Science" In Philosophy of Science ,Oct., 1954

(24) Silva, Cibelle Celestino ,The Role of Models in the Electromagnetic theory: a Historical case study, Institutode Fisica de Sao Carlos,2009.

(25) Smit, J., J.,A.," Models, Mental Images and language in Scientific Thinking "Potchhefstroomse un., vir CHO ,Potchefstroom,South Africa,2009.

(26) Suppe ,Frederick ,The Structure Of Scientific Theories , University Of Illinois Press ,London second edition ,1977.

(27) Zeidler Pawel"The Epistemological Status Of Theoretical Models of Molecular Structure"In International Journal for Phliosophy Of Chemistry , Adam Mickiewicz un., vol., 6 ,no.1,2000,

مقالات من الانترنت:

(1)Art " Mathematical Model" In VisWiki .com.2008,2009.T.Hoshi

(2) art Model Theory, In www.Viswiki.com @2008.2009T.Hoshi.

(3)Mhtml:// F:\Scientific Theory orModel.mht.

الفهرست

العنوان	١
تمهيد	٢-٦
معنى النموذج	٦
النموذج لغة	٦-٧
النموذج اصطلاحا	٧-٩
النموذج والمماثلة	٩-١٤
النموذج والبراديم	١٤-١٥
النموذج والمثل الافلاطونية	١٥
النموذج ونظرية النموذج	١٥-١٧
بنية النموذج	١٧-٢١
وظائف النموذج	٢١-٢٥
أنماط النماذج	٢٥-٢٩
النموذج المنطقى	٢٩-٣١
النموذج الرياضى	٣١-٣٤

النموذج فى العلم وفلسفته	٣٤-٣٧
النموذج والنظرية العلمية	٣٧-٣٨
مكونات النظرية	٣٩-٤٤
النماذج فى فلسفة المنطق والرياضيات	٤٤-٤٦
علاقة النموذج بالواقع	٤٦
خاتمة	٤٧
المراجع	٤٨-٥٢
الفهرست	٥٣ -٥٤

رقم الإيداع

٢٠١٠/٨٠٢٨





تليفون: ٠٤٠/٩١١١١١٩
محمـــــول: ٠١١/٦٤٧٤٨٠٠
طنطا - طريق مصر الإسكندرية الزراعي
بجوار فندق الهـاي واي الكيـلو ١٢٨
E-Mail: kph2010@hotmail.com